



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION

IMPLEMENTACIÓN DE RED TELEFÓNICA DE VOZ SOBRE IP PARA INSTITUTO NICARAGUENSE DE AERONÁUTICA CIVIL

Autor:

- Br. Diego Annuar Marengo Amador

Tutor:

Msc. Ing. Fernando Flores Guido. Prof. Titular Dep. Sistemas digitales y telecomunicaciones. FEC.

Managua, 31 de Octubre 2018.

DEDICATORIA

Gracias **Dios**, por darme vida y salud para culminar mis estudios.

Dedico esta tesis a mis padres, **Diego Manuel Marengo** y **Blanca Nubia Amador** que me han apoyado en cada etapa de mi vida, a mi hermana **Nubia Luciela Marengo**.

Y mis **amigos**, por el cariño y el apoyo que me han brindado.

Diego Annuar Marengo Amador

RESUMEN

Voz IP comenzó a popularizarse entre los hogares por medio de programas que utilizan Internet como red de transporte permitiendo que los usuarios con solo unos auriculares, micrófono y tarjeta de sonido pudieran mantener conversaciones a través del PC. El costo de la llamada era CERO no obstante, estas conversaciones a través de un módem de 56 Kilobits era muy lenta y con ecos.

En el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil existe la gran problemática de la falta de comunicación entre sus colaboradores debido a que muchos de ellos no cuentan con su propia extensión para realizar llamadas entre ellos y a la red pública. Esto es una consecuencia de la planta telefónica actual existente en dicha institución la cual ya está funcionando a la máxima capacidad que le permite su diseño, por lo que es de suma importancia brindar una solución robusta y confiable y que cuente con valores agregados que puedan ser de mucha utilidad para INAC.

Para dar solución a dicho inconveniente se realizó un estudio para determinar qué tipo de tecnología y marca se podía utilizar que solventara las necesidades que presentaba esta institución. Se llegó al acuerdo que Global Think Technology S.A. con su línea DENWA para soluciones de VoIP sería la adecuada. Esto debido a la alta confiabilidad de sus productos y la gran gama de configuraciones que se pueden aplicar para mejorar la red telefónica de esta institución.

En el informe aquí presentado lo que se plantea realizar es el aprovechamiento de la red de datos existente en la institución para la instalación de la telefonía de VoIP, de esta manera realizar el levantamiento de requerimientos de INAC, realizar un diseño, llevar a cabo pruebas para la verificación del buen funcionamiento de los productos y al final la puesta en marcha del proyecto con su posterior acompañamiento para dar solución a posibles inconvenientes.

CONTENIDO

DEDICATORIA	2
RESUMEN	3
CONTENIDO	4
TABLAS Y FIGURAS	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. OBJETIVOS	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVO ESPECIFICO	8
III. JUSTIFICACIÓN	9
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	9
IV. MARCO TEÓRICO	10
CAPITULO 1: LA TELEFÓNIA Y SU EVOLUCIÓN	10
1.1 TELEFONIA TRADICINAL O ANALOGA	10
1.1.1 FXO/FXS Y VoIP	12
1.1.2 CONVERSIÓN CAD.	15
1.1.3 VENTAJAS DE UNA SEÑAL DIGITAL.	17
1.1.4 CENTRALES TELEFONÍCAS PBX.	17
1.2 TELEFONIA DE VOZ SOBRE IP.	20
1.2.1 ARQUITECTURAS DE REDES DE VOZ IP.	20
1.2.2 CARACTERISTICAS.	21
1.2.3 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN REDES VoIP.	22
1.2.4 CODECS	26
1.2.4.1 CODEC SIN COMPRESIÓN.....	27
1.2.4.2 CODEC SIN COMPRESIÓN.....	27
CAPITULO 2: DATOS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO.....	28
2.1 INFORMACIÓN DE LA RED DE DATOS ACTUAL EN INAC.	28
2.2 RED TELEFÓNICA ACTUAL EN INAC.....	29
2.3 LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS DE INAC.....	30

CAPITULO 3: TECNOLOGÍA A IMPLEMENTAR.	31
3.1 ACERCA DE DENWA.	31
3.2 TECNOLOGÍA ESCOGIDA PARA ESTE PROYECTO.	32
3.3 VENTAJAS DE USAR ESTA TECNOLOGÍA.	35
CAPITULO 4. DISEÑO DE LA RED A IMPLEMENTA Y MONTAGE DE MAQUETA.	36
4.1 DISEÑO PROPUESTO.	36
4.2 REALIZACIÓN DE PRUEBAS EN MAQUETA.	38
CAPITULO 5: IMPLEMENTACION FÍSICA DE DISEÑO EN INAC.	50
5.1 INSTALACION FÍSICA DE PLANTA TELEFÓNICA IP.	50
5.2 CONFIGURACIÓN DE PLANTA TELEFÓNICA IP.	51
5.3 INSTALACIÓN FÍSICA DE TELEFONOS.	56
5.4 CONFIGURACIÓN DE TELÉFONOS VÍA WEB.	57
CAPITULO 6. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO.	60
6.1 PRUEBAS REALIZADAS EN COORDINACIÓN CON EL CLIENTE.	60
CONCLUSIONES.	62
RECOMENDACIONES.	63
BIBLIOGRAFÍA.	64
ANEXOS.	65
CONFIGURACIÓN DE PUERTOS EN SWITCH DE INAC.	65
ALGUNA DE LAS EXTENSIONES CONFIGURADAS.	66

TABLAS Y FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema FXS/FXO sin central. [2]</i>	13
<i>Figura 2. Esquema FXS/FXO con central. [3]</i>	13
<i>Figura 3. Esquema de pasarela FXS. [4]</i>	14
<i>Figura 4. Adaptador FXS también llamado ATA. [4]</i>	14
<i>Figura 5. Conversor Análogo/Digital. [5]</i>	16
<i>Figura 6. Componentes de una red VoIP. [5]</i>	20
<i>Figura 7. Componentes de la cabecera IP. [8]</i>	23
<i>Figura 8. Topología de una red en forma de Árbol. [10]</i>	28
<i>Figura 9. Siemens- Hipath 3550. [13]</i>	29
<i>Figura 10. Denwa Advanced Plus. [6]</i>	32
<i>Figura 11. Denwa DW-210P. [6]</i>	33
<i>Figura 12. Denwa DW-310P. [6]</i>	34
<i>Figura 13. Diagrama de Red IP</i>	36
<i>Figura 14. Maqueta de prueba.</i>	38
<i>Figura 15. Teléfonos de prueba.</i>	39
<i>Figura 16. Pantalla de inicio de configuración de la PBX</i>	40
<i>Figura 17. Interfaces de red de la PBX.</i>	41
<i>Figura 18. Creación de usuario.</i>	42
<i>Figura 19. Usuario creado correctamente.</i>	43
<i>Figura 20. Creación de perfil.</i>	44
<i>Figura 21. Inicio de Interfaz web en teléfonos.</i>	45
<i>Figura 22. Configuración de cuenta en teléfono.</i>	46
<i>Figura 23. Monitoreo de llamadas.</i>	47
<i>Figura 24. Generación de reporte.</i>	48
<i>Figura 25. Configuración de Preatendedor.</i>	49
<i>Figura 26. Planta telefónica instalada en gabinete.</i>	50
<i>Figura 27. Pantalla de inicio PXB INAC.</i>	51
<i>Figura 28. Configuración de la IP correspondiente a la PBX.</i>	52
<i>Figura 29. Creación de usuarios.</i>	53
<i>Figura 30. Creación de proveedores.</i>	54
<i>Figura 31. Configuración de Preatendedor.</i>	55
<i>Figura 32. Instalación de Teléfonos</i>	56
<i>Figura 33. Pantalla inicial de configuraciones vía web.</i>	57
<i>Figura 34. Configuración y registro de cuenta.</i>	58
<i>Figura 35. Verificación de Registro</i>	59
<i>Figura 36. Monitoreo de llamadas.</i>	60

<i>Tabla 1. Características de algunos CODECS. [6]</i>	27
--	----

I. INTRODUCCIÓN

Las telefonías de voz sobre IP o VoIP son utilizados como una solución para empresas e instituciones que quieren aprovechar sus redes de datos existentes para la distribución de extensiones telefónicas a sus trabajadores. Debido estudios científicos y avances tecnológicos que se han venido desarrollando al pasar de los años permiten de esta manera a los proveedores de equipos de telefonías de voz sobre IP patentar y distribuir equipos para cada necesidad en el mercado. Una red de telefonía de voz sobre IP necesita menores recursos para implementación como tiempo y dinero, en cuanto a diseño requiere menor tiempo gracias a la red ya existente del cliente.

Con el surgimiento y desarrollo de las redes de computadoras, telefonía y celular se ha venido sectorizando las opciones que como Ingenieros Electrónicos podemos utilizar para desarrollar nuestros conocimientos y proponer soluciones a los problemas que se presentan en la vida real, este proyecto pretende dar una solución viable y eficaz para el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC), de esta manera resolver con productos de calidad y confiabilidad la necesidad de este cliente de mantener a sus trabajadores comunicados entre sí, así como a nivel nacional e internacional.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Implementar una red de telefonía de voz sobre IP, que satisfaga las necesidades de comunicación y de valores agregados a los servicios que brinda el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC).

OBJETIVO ESPECIFICO

- Analizar la tecnología de VoIP, que permita apropiarse de la tecnología a implementar.
- Determinar los requerimientos necesarios para el diseño e implementación de una red de VoIP para INAC.
- Proponer diseño que satisfaga con los requerimientos de INAC.
- Realizar pruebas en el diseño que aseguren su buen funcionamiento y que reduzca fallas en la futura implementación.

III. JUSTIFICACIÓN

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Debido al problema de comunicación telefónica convencional que radica en el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil se tiene la necesidad de implementar este proyecto de telefonía de voz sobre IP para la solución de dichos inconvenientes puesto que el proveedor de la central telefónica propuso como posible solución, a las incidencias recurrentes con el PBX (Private Branch Exchange), la actualización de software sin la seguridad de que fuera solventar las incidencias presentadas. Esta solución resolvía parcialmente el problema puesto que no le daba más capacidad de manejo de líneas telefónicas a la central análoga de igual manera no mejoraba la velocidad ni daba garantía de tiempo de uso.

Este proyecto de implementación de VoIP traerá muchos beneficios como por ejemplo darle mayor escalabilidad de líneas telefónicas para futuras ampliaciones, la disminución de costos de facturación y que tenga un costo mínimo de inversión inicial ya que se pretende utilizar red de datos existente en el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil. De igual manera me servirá como un puente para adquirir nuevos conocimientos y habilidades como futuro ingeniero, así como aplicar los conocimientos y habilidades obtenidas en el estudio de la carrera de ingeniería electrónica.

IV. MARCO TEÓRICO

La sección teórica pretende dar una base esencial de la telefonía y su historia, con el fin de entender los principios básicos en los cuales se centran los procedimientos e implementaciones de esta tesis.

CAPITULO 1: LA TELEFÓNIA Y SU EVOLUCIÓN

1.1 TELEFONIA TRADICIONAL O ANALOGA

Se define la Red Telefónica Básica (RTB) como los conjuntos de elementos constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permite enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. Se trata por tanto, de una red de telecomunicaciones conmutada. La Red Telefónica Conmutada (RTC; también llamada Red Telefónica Básica o RTB) es una red de comunicación diseñada primordialmente para la transmisión de voz, aunque pueda también transportar datos, por ejemplo en el caso del fax o de la conexión a Internet a través de un módem acústico.

Se trata de la red telefónica clásica, en la que los terminales telefónicos (teléfonos) se comunican con una central de conmutación a través de un solo canal compartido por la señal del micrófono y del auricular. En el caso de transmisión de datos hay una sola señal en el cable en un momento dado compuesta por la de subida más la de bajada, por lo que se hacen necesarios supresores de eco.

La voz va en banda base, es decir sin modulación (la señal producida por el micrófono se pone directamente en el cable). Las señales de control (descolgar, marcar y colgar) se realizaban, desde los principios de la telefonía automática, mediante aperturas y cierre del bucle de abonado. En la actualidad, las operaciones de marcado ya no se realizan por apertura y cierre del bucle, sino mediante tonos que se envían por el terminal telefónico a la central a través del mismo par de cable que la conversación. Para producir sonidos, el aire expulsado de los pulmones (ver figura 2) debe generar una vibración en la laringe. La laringe está formada por un conjunto de cartílagos y

una serie de ligamentos y membranas que sostienen a las cuerdas vocales. La tensión, elasticidad, altura, anchura, longitud y grosor de las cuerdas vocales pueden variar, lo que da lugar a diferentes efectos sonoros. En el principio, la red telefónica básica (RTB) fue creada para transmitir la voz humana. Tanto por la naturaleza de la información a transmitir, como por la tecnología disponible en la época en que fue creada, es de tipo analógico. Hasta hace poco se denominaba RTC (Red Telefónica Conmutada), pero la aparición del sistema RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es digital pero basado también en la conmutación de circuitos, ha hecho que se prefiera utilizar la terminología RTB para la primitiva red telefónica (analógica), reservando las siglas RTC para las redes conmutadas de cualquier tipo (analógicas y digitales); así pues, la RTC incluye la primitiva RTB y la moderna RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).

La conmutación de circuitos telefónicos supone que, en un determinado instante, se establecen conexiones entre una serie de líneas que comienzan en el emisor y terminan en el receptor, de tal forma, que mientras dura la llamada hay una continuidad entre ambos puntos, lo que hace posible la comunicación. Cuando esta se termina, los enlaces se rompen, y muchas de estas líneas son utilizadas de nuevo con otro esquema de conexiones para transmitir entre otro par de puntos.

Las clásicas líneas de RTB, la que tenemos en el teléfono de casa, tienen cada una un número (su dirección telefónica) y están físicamente construidas por dos hilos (conocidos como par de cobre), que se extiende desde la central telefónica hasta la instalación del abonado (se conoce también como bucle de abonado). Cada central atiende las líneas de abonado de un área geográfica determinada. A su vez, las centrales telefónicas están unidas entre sí por sistemas cuyo análisis se saldría del ámbito de la presente exposición. Esta unión de centrales constituye el sistema telefónico nacional que a su vez está enlazado con los restantes del mundo.

1.1.1 FXO/FXS Y VoIP

FXS: Foreign Exchange Station. Nombres de los puertos usados por las líneas telefónicas análogas. La interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado. En otras palabras, es el “enchufe de la pared” que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada

FXO: Foreign Exchange Office. Nombres de los puertos usados por las líneas telefónicas análogas. Interfaz de central externa es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono o aparato de fax, o el enchufe de su centralita telefónica analógica. Envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle). Como el puerto FXO está adjunto a un dispositivo, tal como un fax o teléfono, el dispositivo a menudo se denomina “dispositivo FXO”.

VoIP: Es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, en definitiva la tecnología que permite comunicar voz sobre el protocolo IP. En cambio Telefonía sobre IP, es el servicio telefónico disponible al público, por tanto con numeración E.164, realizado con tecnología de VoIP.

La diferencia entre un canal **FXO** y un canal **FXS** es simplemente el extremo de la conexión que proporciona el tono de marcar. Un puerto FXO no genera un tono de marcado, acepta uno. Un ejemplo común es el tono de llamada proporcionada por su compañía telefónica. Un puerto FXS proporciona tanto el tono de llamada y el voltaje de timbre para avisar al usuario de la estación de una llamada entrante. Ambas interfaces proporcionan la comunicación bidireccional (es decir, la comunicación que se transmiten y reciben en ambas direcciones al mismo tiempo). En telefonía, el FXS, es un teléfono de interfaz que suministra energía de la batería, proporciona tono de marcado, y genera el voltaje de timbrado.

Cualquier central telefónica es un ejemplo de un FXS, al igual que la toma de teléfono en la pared. Una interfaz FXS o FXO utiliza un protocolo para detectar el estado del dispositivo terminal (teléfono), es decir, si el teléfono permanece colgado o descolgado, y puede enviar y recibir señales de voz.

Implementación de red telefónica de voz sobre IP para Instituto Nicaragüense de aeronáutica civil.

FXS y FXO son los nombres de los puertos usados por las líneas telefónicas analógicas (también denominados **POTS**¹- Servicio Telefónico Básico y Antiguo).

FXO y FXS son siempre pares, es decir, similar a un enchufe macho/hembra. Sin una centralita, el teléfono se conecta directamente al puerto FXS que brinda la empresa telefónica, como lo muestra la siguiente figura.



Figura 1. Esquema FXS/FXO sin central. [2]

Si tiene central, debe conectar las líneas que suministra la empresa telefónica a la centralita y luego los teléfonos a la centralita. Por lo tanto, la centralita debe tener puertos FXO (para conectarse a los puertos FXS que suministra la empresa telefónica) y puertos FXS (para conectar los dispositivos de teléfono o fax). En la figura siguiente se integra la PBX al sistema.

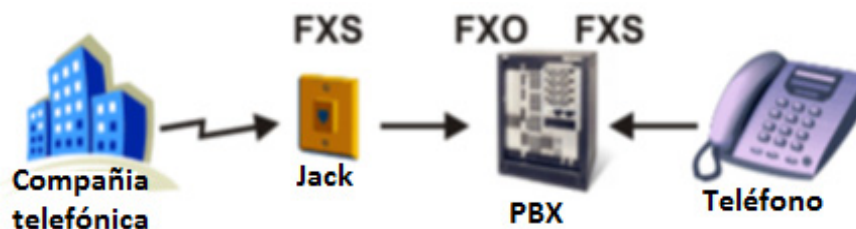


Figura 2. Esquema FXS/FXO con central. [3]

Cuando decide adquirir equipos que permitan conectar líneas telefónicas analógicas con una central telefónica VoIP, teléfonos analógicos con una central telefónica VOIP o las Centrales tradicionales con un suministrador de servicios VOIP o unos a otros a través de Internet, se cruzará con los dispositivos FXS y FXO.

¹ Acrónimo de Plain Old Telephone Service (Servicio telefónico Ordinario Antiguo), conocido también como Servicio Telefónico Tradicional o Telefonía Básica.

Para conectar líneas telefónicas analógicas con una central IP, se necesita una pasarela FXO. Ello le permitirá conectar el puerto FXS con el puerto FXO de la pasarela, que luego convierte la línea telefónica analógica en una llamada VoIP como podemos observar en la siguiente figura.

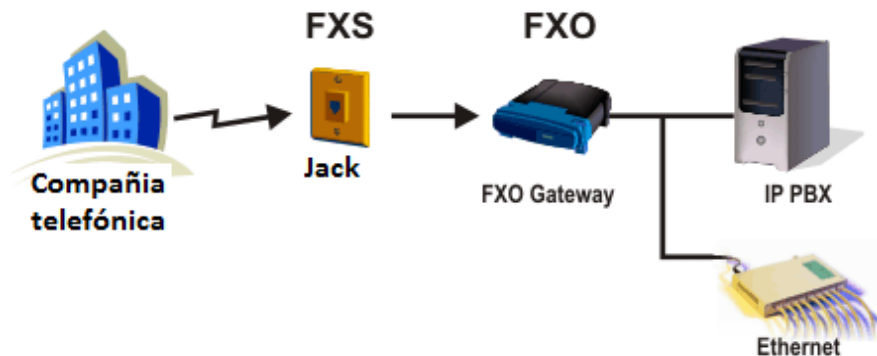


Figura 3. Esquema de pasarela FXS. [4]

La pasarela FXS se usa para conectar una o más líneas de una central tradicional con una central o suministrador telefónico VoIP. Se necesita una pasarela FXS ya que se desea conectar los puertos FXO (que normalmente se conectan a la empresa telefónica) a la Internet o centralita VoIP.



Figura 4. Adaptador FXS también llamado ATA. [4]

Cuando se emplee una central, se deben conectar las líneas que suministra la empresa telefónica a la central y luego los teléfonos a la central. Por lo tanto, la central debe tener puertos FXO (para conectarse a los puertos FXS que suministra la empresa telefónica) y puertos FXS (para conectar los dispositivos de teléfono o fax). En la figura 4 podemos observar la pasarela en esquema básico.

1.1.2 CONVERSIÓN CAD.

Previo al desarrollo de la Telefonía Digital debemos de comprender porque esta tecnología reemplazo a la analógica y como es el proceso de la conversión de una tecnología a la otra y viceversa.

La conversión **CAD**² consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

La digitalización o conversión analógica-digital (conversión A/D) consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud (tensión) de una señal (por ejemplo, la que proviene de un micrófono si se trata de registrar sonidos, de un sismógrafo si se trata de registrar vibraciones o de una sonda de un osciloscopio para cualquier nivel variable de tensión de interés), redondear sus valores a un conjunto finito de niveles preestablecidos de tensión (conocidos como niveles de cuantificación) y registrarlos como números enteros en cualquier tipo de memoria o soporte. La conversión A/D también es conocida por el acrónimo inglés **ADC**.³

En esta definición están patentes los cuatro procesos que intervienen en la conversión analógica-digital:

1. Muestreo: el muestreo (en inglés, sampling) consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de onda. La velocidad con que se toma esta muestra, es decir, el número de muestras por segundo, es lo que se conoce como frecuencia de muestreo.

2. Retención (en inglés, hold): las muestras tomadas han de ser retenidas (retención) por un circuito de retención (hold), el tiempo suficiente para permitir

² Acrónimo de conversión analógica a digital o en inglés ADC.

³ analogue to digital converter. Conversión Analógica Digital.

evaluar su nivel (cuantificación). Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, y carece, por tanto, de modelo matemático.

3. Cuantificación: en el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade, como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.

4. Codificación: la codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también son utilizados.

Durante el muestreo y la retención, la señal aún es analógica, puesto que aún puede tomar cualquier valor. No obstante, a partir de la cuantificación, cuando la señal ya toma valores finitos, la señal ya es digital. En la siguiente figura se muestra un pequeño esquema de la conversión CAD.

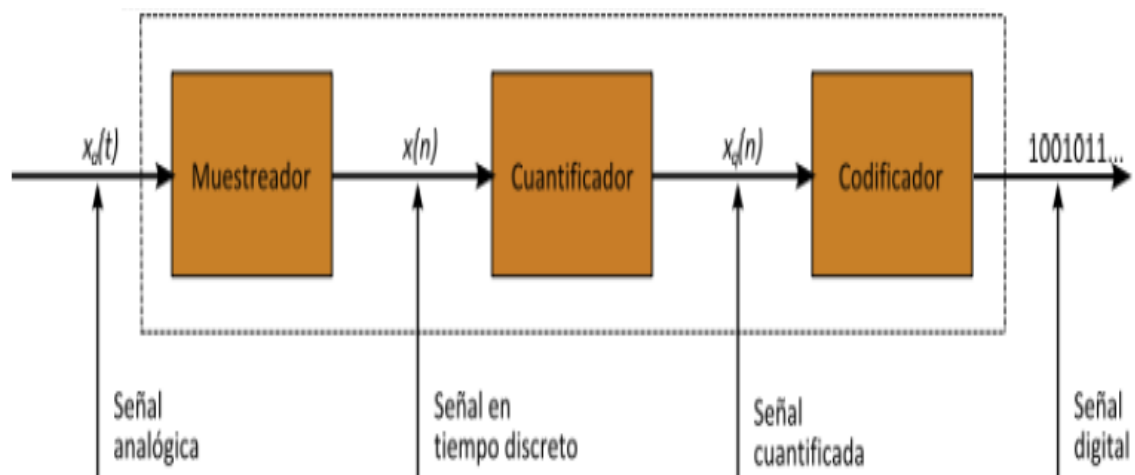


Figura 5. Conversor Analógico/Digital. [5]

1.1.3 VENTAJAS DE UNA SEÑAL DIGITAL.

- Cuando una señal digital es atenuada o experimenta perturbaciones leves, puede ser reconstruida y amplificada mediante sistemas de regeneración de señales.
- Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, que se utilizan cuando la señal llega al receptor; entonces comprueban (uso de redundancia) la señal, primero para detectar algún error, y, algunos sistemas, pueden luego corregir alguno o todos los errores detectados previamente.
- Facilidad para el procesamiento de la señal. Cualquier operación es fácilmente realizable a través de cualquier software de edición o procesamiento de señal.
- La señal digital permite la multigeneración infinita sin pérdidas de calidad.
- Es posible aplicar técnicas de compresión de datos sin pérdidas o técnicas de compresión con pérdidas basados en la codificación perceptual mucho más eficientes que con señales analógicas. [2]

1.1.4 CENTRALES TELEFÓNICAS PBX.

En los orígenes de la telefonía era necesario conectar manualmente cables para establecer la comunicación. Este sistema era conocido como PMBX (PBX Manual) que luego fue reemplazado por un dispositivo electromecánico automático y posteriormente con el avance de la electrónica de microprocesadores, por sistemas digitales de conmutación que se le llamó PABX que desplazó al PMBX hasta hacerlo casi inexistente. A partir de ese momento PABX y PBX se convirtieron en sinónimos.

Los PBX (manuales) eran antiguas centrales telefónicas instaladas dentro del establecimiento comercial que la poseía. Requerían de un operador telefónico, o simplemente operador, para que realizase las funciones de conmutado de llamadas.

Un conmutador privado, lo que conocemos como un PBX o PABX (siglas en inglés de Private Branch Exchange y Private Automatic Branch Exchange para PABX), cuya

traducción al español sería Ramal privado de conmutación automática, o más bien Central Secundaria Privada Automática;

Un PBX, es en realidad cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar además de las llamadas internas, las entrantes y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica. Este dispositivo generalmente pertenece a la empresa que lo tiene instalado y no a la compañía telefónica, de aquí el adjetivo Privado a su denominación. En lenguaje técnico de telefonía, una línea troncal es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

Ventajas de una PBX:

Una de las ventajas más importante de una central telefónica es que la comunicación interna o intercomunicación es rápida y gratuita. La PBX tiene una función primaria la cual facilita su uso, se le llama transferencia de llamadas, mediante esta función la llamada entrante puede ser transferida de un usuario a otro, esto facilita el manejo de las comunicaciones dentro de una empresa. Ahora con la tecnología moderna mediante un mensaje de bienvenida el que llama puede ser enrutado a la extensión del usuario que solicita de manera automática al marcar la selección solicitada.

El uso de un PBX evita conectar todos los teléfonos de una oficina de manera separada a la red de telefonía local pública (RTC), evitando a su vez que se tenga que tener una línea propia con salidas de llamadas y cargos mensuales hacia la central telefónica que regresan nuevamente para establecer comunicación interna. En oficinas pequeñas se utilizan los teléfonos con líneas directas a la central pública, o con centrales privadas híbridas; los costes de instalación de los equipos PBX serían muy altos y las funciones de ésta no serían aprovechadas del todo, por ejemplo, no habría necesidad de realizar llamadas internas en caso de ser muy pequeña físicamente.

Un PBX requiere poco mantenimiento y tiene un promedio de 10-15 años de vida útil, para el cual se habría vuelto obsoleto, defectuoso, o simplemente la capacidad no daría abasto para el crecimiento de la compañía. Este último problema se ha solucionado con la capacidad de expansión que tienen los PBX; es decir, se colocarían, en ranuras destinadas para ello, tarjetas de expansión que contienen puertos con conectores telefónicos para aumentar el número de líneas troncales conectadas al PBX o más extensiones internas. [3]

1.2 TELEFONIA DE VOZ SOBRE IP.

1.2.1 ARQUITECTURAS DE REDES DE VOZ IP.

Se definen tres elementos fundamentales en su estructura.

Terminales: son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se puede implementar tanto en software como en hardware

Gatekeepers GK. Son el centro de toda organización VoIP y serian el sustituto para las actuales centrales. Normalmente implementados en software y, en caso de existir, todas las comunicaciones pasarían en estos, realizando tareas de autenticación de usuarios, control de admisión, control de ancho de banda, encaminamiento, servicios de facturación y temporización, etc.

Gateways GW: se encargan del enlace de las redes de VoIP con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario.

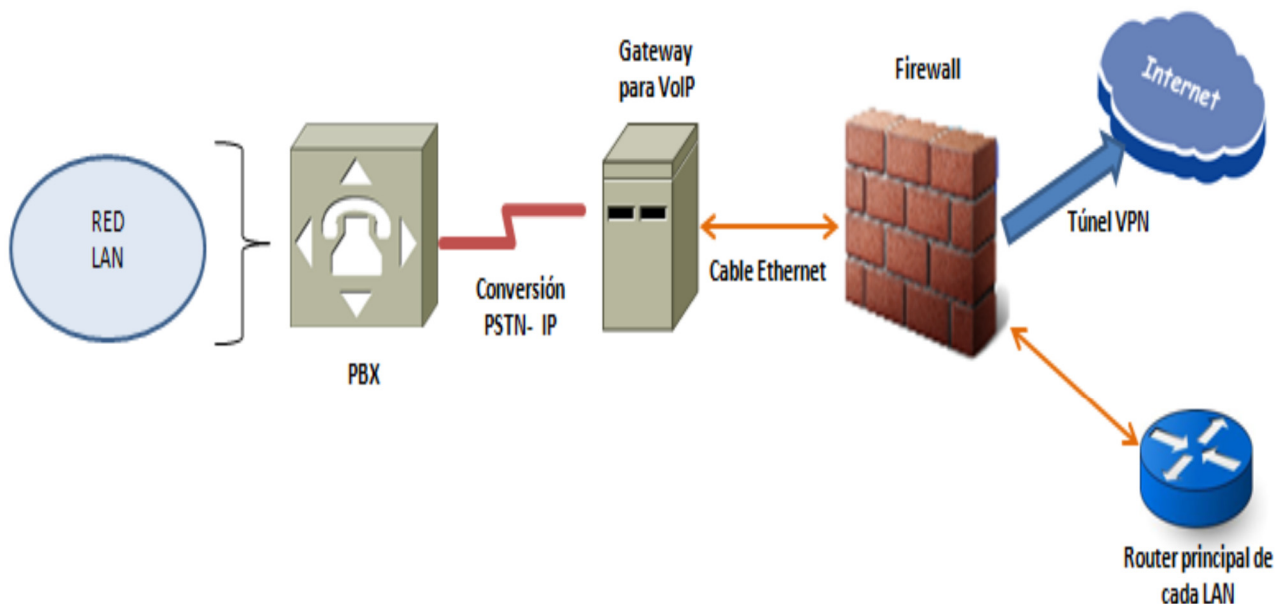


Figura 6. Componentes de una red VoIP. [5]

Con estos tres elementos, la estructura de la red VoIP podría ser la conexión de dos oficinas de una misma empresa, la ventaja es bastante buena: todas las comunicaciones entre oficinas son completamente gratuitas. Ese mismo esquema se podría aplicar para proveedores, con el consiguiente ahorro que conlleva como se muestra en la figura 6.

1.2.2 CARACTERISTICAS.

- Permite controlar el tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento. Las redes soportadas en IP presentan las siguientes ventajas adicionales:
- Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- Es independiente del hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común. Permite la integración de Video y TPV.
- Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VoIP, sin importar dónde se esté conectado a la red. Uno podría llevar consigo un teléfono VoIP en un viaje, y en cualquier sitio conectado a Internet, se podría recibir llamadas.
- Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países de organizaciones como Usuario VoIP.
- Los agentes de Call center usando teléfonos VoIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida.
- Algunos paquetes de VoIP incluyen los servicios extra por los que PSTN (Red Publica Telefónica Conmutada) normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países, como son las llamadas de 3 a la vez, retorno de llamada, remarcación automática, o identificación de llamadas.

1.2.3 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN REDES VoIP.

En la actualidad las redes IP en las cuales se basa internet no ofrecen la garantía de la calidad de servicio, por esta razón los distintos protocolos empleados en las comunicaciones VoIP para el envío de los paquetes de datos deben ser tolerables a las posibles pérdidas o retrasos de información que surjan. Actualmente hay varios protocolos que podemos clasificar en dos tipos: señalización y transporte que hacen posible el correcto funcionamiento de la tecnología VoIP.

Transporte: estos protocolos trabajan en el cuarto nivel del modelo OSI, son los encargados de la transferencia de datos libre de errores entre un emisor y un receptor, estos protocolos son:

- UDP y TCP.

Señalización: estos protocolos tienen un mecanismo de conexión que abarca una serie de transacciones de señalización entre terminales que cargan dos flujos de audio para cada dirección de la conversación, estos protocolos son:

- H323, SIP
- MGCP, Megaco
- IAX (Usado por Asterisk).

Protocolo IP: Este protocolo es la base fundamental de internet, ya que define una red de comunicación de paquetes de la fuente al destino, este protocolo se encarga de fragmentar la información en paquetes o datagramas³⁰ para ser enviado a su destino, a cada paquete de datos se le agrega una cabecera con la información necesaria para el ruteo, esta última está dividida en niveles como se muestra en la figura 2.2. Durante su transmisión se puede partir un datagrama en fragmentos que se montan de nuevo en el destino. Las principales características de este protocolo son:

1. Protocolo no orientado a conexión.- significa que los paquetes de información son tratados de forma independiente, es decir, pueden viajar por diferentes trayectorias para llegar a su destino.
2. No fiable.- este protocolo no garantiza la recepción del paquete.
3. Direccionamiento mediante direcciones lógicas IP de 32 bits.
4. Tamaño máximo del paquete es 65535 bytes.
5. No detecta ni corrige errores.

CABECERA IP																															
BITS																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Versión				Tamaño				Tipo de								Longitud															
				Cabecera				Servicio								Total															
Identificador																Flags				Posición de											
																				Fragmento											
Time To Live								Protocolo								Suma de control de cabecera															
(TTL)																(Checksum)															
Dirección IP de origen (32 bits)																															
Dirección IP destino (32 bits)																															
Opciones																								Relleno							
(longitud variable)																								(longitud Variable)							

Figura 7. Componentes de la cabecera IP. [8]

En términos generales, este protocolo no garantiza que los paquetes lleguen a su destino final, pero tratará de buscar la mejor ruta posible entre las conocidas por la máquina que esté usando IP, este protocolo es utilizado a nivel mundial para conectarse a internet pues este es compatible con las herramientas estándar para analizar el funcionamiento de la red. En la figura anterior podemos ver como se compone una cabecera de señalización.

Protocolo UDP: UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario) es un protocolo no orientado a conexión que proporciona muy pocos servicios de recuperación de

errores que permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. UDP no admite numeración de los datagramas, factor que, sumado a que tampoco utiliza señales de confirmación de entrega, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros. UDP no garantiza que un paquete llegue a su destino.

Su uso principal es para protocolos como DHCP, BOOTP, DNS31 y demás protocolos en los que el intercambio de paquetes de la conexión/desconexión son mayores, o no son rentables con respecto a la información transmitida, así como para la transmisión de audio y vídeo en tiempo real, donde no es posible realizar retransmisiones por los estrictos requisitos de retardo que se tiene en estos casos.

UDP es generalmente el protocolo usado en la transmisión de vídeo y voz a través de una red. Esto es porque no hay tiempo para enviar de nuevo paquetes perdidos cuando se está escuchando a alguien o viendo un vídeo en tiempo real. Resulta más importante transmitir con velocidad que garantizar el hecho de que lleguen absolutamente todos los bytes.

Protocolo TCP: TCP (Protocolo de control de Transmisión) es un protocolo orientado a conexión, garantiza que los datos serán entregados a su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron, proporcionando un servicio de transporte de datos con grandes beneficios:

1. **Fiabilidad:** Diseñado para recuperarse ante situaciones de corrupción, pérdida, duplicación o desorden de datos que puedan generarse durante el proceso de comunicación utilizando números de secuencia, ACK y retransmisiones.
2. **Control de Flujo:** En vez de obligar al emisor a retrasar la emisión de cada nuevo paquete hasta que se recibe el ACK del paquete anterior, TCP aprovecha mejor el ancho de banda permitiendo retransmitir un número de paquetes antes de que llegue el ACK correspondiente. Con esto se consigue una transmisión eficiente y un control de flujo que permite al receptor restringir el número de octetos que pueda recibir en cada momento.

3. Orientación a conexión: Los mecanismos que utiliza TCP requieren que el protocolo inicialice y mantenga cierta información sobre el estado del flujo de datos. La combinación de toda esta información recibe el nombre de conexión.
4. Multiplexación: Esto permite que varios procesos de una misma máquina utilicen simultáneamente el servicio que ofrece TCP, estos se diferencian dentro de la misma máquina por el valor del puerto asignado. La asignación de puertos a procesos es manejada de forma independiente por cada máquina. No obstante, es muy común asignar números de puerto universalmente conocidos a algunos servidores de aplicaciones estándar sobre TCP.

Protocolo RTP: Es el protocolo de transporte en tiempo real, creado por la **IETF**⁴, para la entrega unicast y multicast de voz y video, por lo general el protocolo de transporte que RTP utiliza es UDP³³, aunque se podría pensar que este último no es muy confiable, es la mejor opción para transportar este tipo de datos. Es decir, suponiendo que se desea retransmitir un paquete de voz perdido, al hacerlo (suponiendo que el paquete alcanzara su destino) el sonido contenido no tendría sentido pues estaría siendo entregado fuera de tiempo.

RTP por medio de su encabezado tiene un campo llamado “timestamp” el cual pone en cada paquete de voz digitalizada, este cumple la función de ayudar o corregir el problema de retardo de llegada.

Protocolo SIP: SIP (Session Initiation Protocol) es el protocolo de sesión que fue desarrollado en el año de 1999 por la IETF (Grupo de trabajo en Ingeniería de Internet) para la comunicación VoIP. Es un protocolo de señalización (indicación de línea ocupada, tonos de llamada, o que alguien ha contestado al otro lado de la línea) de la capa de aplicación del modelo OSI. SIP usa el puerto 5060 en TCP y UDP para conectar con los servidores SIP, este protocolo es más sencillo que H.323.

SIP se usa para la iniciación, modificación y finalización de sesiones de intercambio de información multimedia entre dos o más usuarios, se encarga de varios elementos importantes, como lo son:

- Localización de usuarios.

⁴ IETF: Grupo de trabajo de ingeniería de Internet.

- Disponibilidad de usuarios.
- Es el encargado de la autenticación.
- Negociar la calidad de la llamada telefónica (capacidad de las terminales)
- Intercambiar direcciones IP y puertos utilizados para enviar y recibir las conversaciones de voz. [4]

1.2.4 CODECS

Como ya se mencionó, VoIP funciona digitalizando la voz en paquetes de datos, este proceso de convertir ondas analógicas en información digital se hace por medio de un codificador-decodificador (CÓDEC) donde la señal análoga del teléfono es digitalizada en señales **PCM**.⁵ Las muestras PCM pasan por el algoritmo de compresión, el cuál comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser transmitidos en la red **WAN**.⁶ Al otro extremo del canal de comunicación se realiza el proceso inverso. Existen diferentes tipos de niveles de muestreo en VoIP dependiendo del códec que se utilice:

- 64.000 veces por segundo.
- 32.000 veces por segundo.
- 8.000 veces por segundo.

El uso de los códecs nos puede ayudar a reducir el número de bits por conversación de voz, traduciéndose en un mayor número de llamadas simultáneamente con un ancho de banda finito. La compresión tiene como objetivo eliminar la redundancia de los datos que son enviados. Usualmente entre más comprimida sea la señal de voz más recursos usará el **DSP**,⁷ por lo que estos códecs se clasifican por su complejidad, a continuación mencionare algunos:

⁵ PCM (Pulse code modulation): procedimiento utilizado para transformar una señal análoga en una secuencia de bits.

⁶ Red de área amplia.

⁷ Procesador de señal digital.

1.2.4.1 CODEC SIN COMPRESIÓN.

ITU GT11: Este códec se encuentra en todas las aplicaciones, equipos y protocolos VoIP, también conocido como PCM, éste códec muestrea la señal de voz a una frecuencia de 8 000 muestras por segundo. Una llamada telefónica requiere 64 Kbps en el cable. De acuerdo al teorema de muestreo de Nyquist tendremos 8 000 muestras de voz cada segundo. Cada muestra es de 8 bits; por lo que al multiplicar 8 000 x 8, obtendremos 64 Kbps, lo que significa que G.711 no usa compresión y es la alternativa cuando existe suficiente ancho de banda.

1.2.4.2 CODEC SIN COMPRESIÓN.

ITU G729: Éste permite la colocación de más llamadas en un limitado ancho de banda para utilizar voz dentro de IP en una manera más rentable, el códec permite una compresión de voz que sólo requiere de 8 Kbps por llamada en vez de los 64 Kbps requeridos por el G.711, lo cual significa que se podrían hacer ocho llamadas en el espacio de una que estuviera usando G.711, lo que sería bueno para compensar el despliegue de VoIP en un enlace WAN de poca rapidez. Existen diversos estándares de la **ITU**⁸ que explican los algoritmos y esquemas de codificación utilizados en cada uno de ellos, unos más complejos que otros, existen algunos otros códec importantes como el G 726, G722, G728, G723.1 entre otros. [4]. En la siguiente tabla se presenta algunas características de los CODEC.

Tabla 1. Características de algunos CODECS. [6]

Medición de Ancho de Banda				
codec	Bit-rate (Kbps)	Calidad de Voz	Ancho de banda	
			Paquetes de voz (kbps)	Encabezado y paquetes (kbps)
G.711	64.0	Excelente	63.9	110.3
G.728	16.0	Buena	15.9	62.2
G.729A	8.0	Buena	8	32
G.723	6.3	Satisfactoria	6.4	14.2
G.723	5.3	Satisfactoria	5.4	13.2

⁸ ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

CAPITULO 2: DATOS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO.

2.1 INFORMACIÓN DE LA RED DE DATOS ACTUAL EN INAC.

Actualmente INAC cuenta con una topología de red tipo árbol. La topología en árbol es una variante de la de estrella. Como en la estrella, los nodos del árbol están conectados a un concentrador central que controla el tráfico de la red. Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario que, a su vez, se conecta al concentrador central.

El controlador central del árbol es un concentrador activo. Un concentrador activo contiene un repetidor, es decir, un dispositivo hardware que regenera los patrones de bits recibidos antes de retransmitidos.

Retransmitir las señales de esta forma amplifica su potencia e incrementa la distancia a la que puede viajar la señal. Los concentradores secundarios pueden ser activos o pasivos. Un concentrador pasivo proporciona solamente una conexión física entre los dispositivos conectados. [5]. En la siguiente figura se presenta el esquema básico de los que se llama una red tipo árbol.

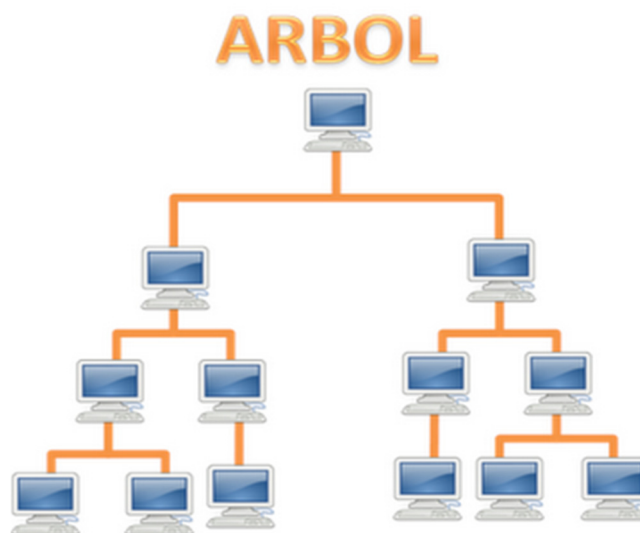


Figura 8. Topología de una red en forma de Árbol. [10]

2.2 RED TELEFÓNICA ACTUAL EN INAC.

Actualmente INAC cuenta con una central híbrida Análoga/Digital de la marca Siemens modelo: Hipath 3550, que fue lanzada al mercado en el año 2007. Consta de las siguientes características: [6]

1. 8 extensiones digitales.
2. 2 líneas RDSI SO.
3. 4 extensiones analógicas.
4. 2 ranuras para ampliación.
5. Máximo 60 líneas.
6. Máximo 96 ext. Digitales.
7. Hasta 72 ext. Analógicas.

La figura siguiente presenta la apariencia real de la central híbrida.



Figura 9. Siemens- Hipath 3550. [13]

2.3 LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS DE INAC.

Entre los requerimientos principales de INAC están los siguientes:

1. Implementar una red de telefonía de voz sobre IP que aproveche la red ya existente.
2. Una red de telefonía sea robusta, confiable y de alta calidad puesto que es un lugar donde se realizan constataciones llamadas de emergencia y no se pueden quedar sin servicio de telefonía.
3. Interfaz web amigable con el usuario.
4. Poder delimitar a usuarios para que realicen llamadas ya sean internacional o solo nacional o solo entre extensiones y en casos especiales brindar servicio full.
5. Poder realizar conferencia con 2 o más extensiones.
6. Monitoreo de llamadas.
7. Tabla de llamadas realizadas al mes.
8. Grabación de llamadas y espacio de almacenamiento para poder guardar las mismas.
9. Voz de bienvenida al llamar al número Convencional.
10. Marcado rápido para direccionar llamadas desde recepción.
11. Que tenga un buen rango para futuras ampliaciones de la red.

CAPITULO 3: TECNOLOGÍA A IMPLEMENTAR.

3.1 ACERCA DE DENWA.

DENWA TECHNOLOGY CORP. Nace en 2002 basada en GlobalThink con el objetivo de crear aplicaciones y soluciones para la red emergente de Nueva Generación. Basado en un grupo con antecedentes en telefonía IP desde 1995 y con experiencias previas como implementaciones de Von la NASA.

En el año 2003 crea su primer producto denominado GBILL apuntando a las necesidad del VoIP del momento y es nominado por ITEXPO como "Best of show ITEXPO 2003". Más de 115 operadores adquirieron la solución a nivel global.

En 2008 la empresa fue elegida como "La empresa Tecnológica del Año" en el Silicion Valley de Latino América.

Durante 2009 DENWA - GlobalThink certifica ISO90001 para su nueva línea de producto Denwa y a mediados de 2010 el producto inicial su comercialización. Esta tecnología permite dar un nuevo formato desde la movilidad de las comunicaciones, poder tener usuarios móviles, sistema de comunicaciones, dispositivos de tecnología VoIP de acceso multipropósito, así como el aseguramiento de conectividad del mismo, herramientas de gestión unificadas para servicios de comunicaciones unificadas, entre otros servicios. También se está trabajando para diseñar, proveer y dar servicios a soluciones de Tecnología de la Información y Comunicaciones para operadores de telecomunicaciones, clientes empresariales privados y de Gobierno.

[7]

3.2 TECNOLOGÍA ESCOGIDA PARA ESTE PROYECTO.

Para el siguiente proyecto se va a implementar como central telefónica una Denwa Advanced Plus. Esta fue creada para organizaciones que requieren mayor robustez y redundancia local o regional en sus soluciones de comunicación como así también mayor requerimiento de aplicaciones y reportes incorporados en el mismo Appliance o extensiones de servidores de aplicaciones.

Este Modelo fue creado para clientes más sensibles como Gobiernos, Salud, Banca, Grandes Corporaciones, Casa Central, Medios, etc. Igual que los Modelos Small, Pro y Advance permite utilizar una mayor cantidad de placas de telefonía permitiendo a pequeños y grandes empresas la utilización de múltiples placas de telefónica análogas y/o Digitales.

A diferencia del modelo Mini está pensado para empresas que cuenten con espacio de Rack para su alojamiento. Un producto de fácil instalación y fácil configuración para un mercado emergente. Este Appliance es el mayor de la línea Denwa y sus configuraciones según licenciamiento pueden variar de entre 240 a 1500 llamados concurrentes. [7]

En la siguiente imagen podemos observar la PBX instalar en INAC.



Figura 10. Denwa Advanced Plus. [6]

En cuanto a teléfonos se utilizaran dos modelos distintos:

1. Denwa DW-210P.
 - 1 Cuenta SIP (Opcional 2).
 - Display Gráfico 128x48.
 - 4 Teclas de función programable.
 - HD Voice, Manos libres.
 - Directorio Inteligente.
 - Soporta VPN.
 - 2 Puertos LAN / 1 Puerto PoE.

A continuación se muestra la apariencia física del teléfono modelo DW-210P.



Figura 11. Denwa DW-210P. [6]

2. Denwa DW-310P.
 - 3 Cuentas VoIP.
 - Display Gráfico 128x48.
 - 12 Teclas de función programable.
 - HD Voice Manos libres.
 - Directorio Inteligente y cliente VPN.
 - Soporta módulos de expansión, Diadema call center.
 - 2 Puertos LAN / 1 Puerto PoE.

A continuación se muestra la apariencia física del teléfono modelo DW-310P.



Figura 12. Denwa DW-310P. [6]

Estos teléfonos son una gran solución puesto que en algunos lugares el cliente solo cuenta con un punto de red para la conexión de la computadora del empleado pero ya que estos teléfonos tienen 2 puestos **LAN**⁹ puede hacer la función de un pequeño **switch**¹⁰ para conectar tanto el teléfono y del teléfono a la computadora. Así mismo uno de estos puertos es **POE**¹¹ lo cual facilita el ahorro de un conector de energía normal siempre y cuando los switch del cliente cuenten con esta función, claro que en caso de que el cliente no tenga switch con esta función el teléfono trae su propia fuente de alimentación para conectarse en un enchufe normal.

⁹ Local Área Network (red de área local).

¹⁰ Dispositivo de interconexión de redes informáticas.

¹¹ Power Over Ethernet (Alimentación a través de Ethernet).

3.3 VENTAJAS DE USAR ESTA TECNOLOGÍA.

Mensajería Unificada, incluyendo el envío y recepción de voicemail, videomail, fax, fax-to-email, email, SMS y mensajes offline.

- Mensajería instantánea (IM), permitiendo mensajes multi-usuarios y servicio de soporte online.
- Colaboración centrada en aplicaciones como calendario, flujo de trabajo, compartir ventanas, audio y video conferencias multi-usuarios y brain storming electrónico.
- Presencia y movilidad en tiempo real, una herramienta clave en las Compañías y Servicios de Nueva Generación, permitiendo a los compañeros de trabajo interactuar de manera eficiente están donde están.
- Red Social Empresarial, impulsando las comunicaciones internas y construyendo una forma más robusta de compartir noticias e información.
- Panel de Operador, permitiendo el monitoreo y la administración de llamadas en tiempo real, tales como atención, transferencia o intercepción de llamadas, click-to dial, solo con arrastrar y soltar usuarios en la interfaz.
- Lanzador de aplicaciones, los usuarios pueden acceder de una manera muy fácil a las aplicaciones web más utilizadas, así como a los Módulos Denwa Embebidos.
- Directorio centralizado, permitiendo acceso a información personal, corporativa y nacional.
- Registros detallados de llamadas, el usuario puede observar todos los registros, como las llamadas entrantes, salientes, rechazadas, así como las llamadas perdidas, siendo capaz de hacer click para marcar en todos los casos.
- Sugerencias, cualquier usuario puede aportar al sistema mediante el envío de sus opiniones al área de recursos humanos de la empresa. [7]

CAPITULO 4. DISEÑO DE LA RED A IMPLEMENTA Y MONTAGE DE MAQUETA.

4.1 DISEÑO PROPUESTO.

El siguiente diseño fue el propuesto para realizar la red de telefonía IP en INAC:

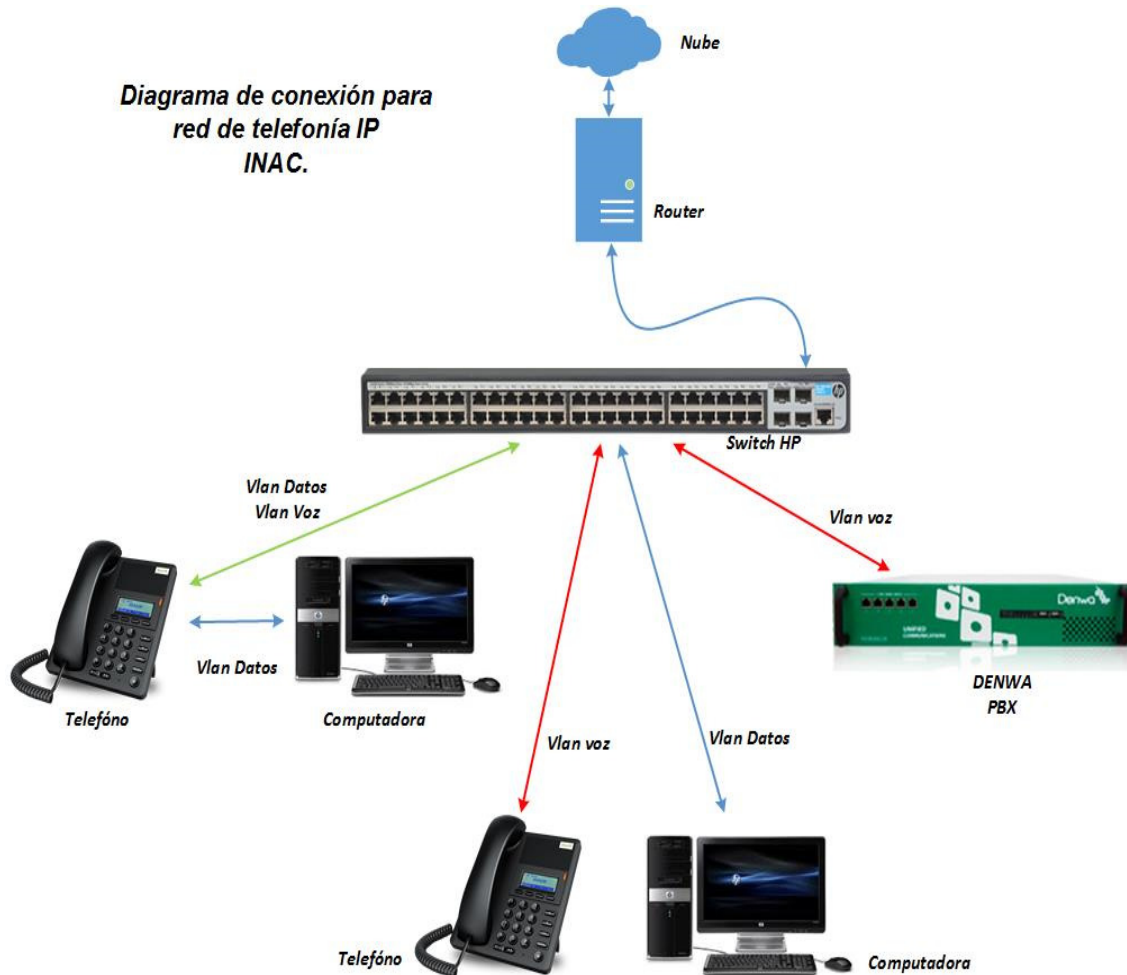


Figura 13. Diagrama de Red IP.

En el diagrama anterior se plantea lo siguiente:

La creación de una Vlan adicional a la de datos para la telefonía IP la cual se llamara Vlan de Voz. Los puertos de los switch se configuraran para que majen ambas Vlan, de esta forma se lograra la aprovechar la función que tienen los teléfonos de switch para separar ambas Vlan en los lugares donde el cliente tenga un solo punto de red para la conexión tanto de computadora como teléfono.

Cuando se realizó el levantamiento de la red se notó este inconveniente con los puntos de red por lo que se empezó a buscar una solución para ello, en lo que se planteó esta solución de configurar los puertos de los switch. Esto se realizó como un valor agregado al proyecto.

Se pudo plantear otra solución como la puesta de switch en dichos puntos de red pero esto hubiese incrementado el valor y la cantidad de trabajo por hacer puesto que también es necesario configurar esos switch para ser gestionados por la red del INAC.

Con las características de los teléfonos a utilizar es una gran ventaja que estos posean los dos puestos ya que sin estos no se podría realizar dicha solución por lo que la alternativa de la puesta de mas switch sería la única para solventar este inconveniente. Para aplicar estas configuraciones se tuvo que investigar los comandos requeridos para el modelo de los switch correspondientes en INAC, realizar algunas pruebas para determinar si la configuración era la correcta. Una vez se corroboró el buen funcionamiento de las configuraciones se procedió a la aplicación en los switch de INAC.

En los teléfonos se tuvo que realizar algunos cambios en sus configuraciones de fábrica ya que con estas no se lograba el paso de la Vlan de datos hacia la PC, esto se realiza de manera manual en los teléfonos entrando en la opción de configuración de Vlan y definiendo las Vlan creadas en la red.

4.2 REALIZACIÓN DE PRUEBAS EN MAQUETA.

Para poner a prueba el diseño de la red propuesta se llevó a cabo la realización de una maqueta en los laboratorios de Telecomunicaciones y Sistemas S.A (TELSSA), de esta forma poder predecir si el diseño era viable para llevarlo a la implementación, de manera contraria se retomaría otra vez la parte de diseño tomando en cuenta los errores que puedan surgir en las pruebas.



Figura 14. Maqueta de prueba.

Para la maqueta anterior (Figura 14), se simuló la red propuesta para INAC utilizando: router, switch, placa de telefonía IP Denwa y teléfonos de Denwa de los modelos que se van a utilizar en la implementación. A diferencia de que la planta telefónica que se utilizó para esta maqueta es una Denwa Premiun. Esta posee el mismo interfaz de configuración que la Denwa Advanced Plus que es la que se utilizara en la implementación, las diferencias entre ambas son la cantidad de llamadas que soportan, la estructura física y la capacidad de almacenamiento de datos.

Se procedió a realizar las configuraciones en el router, este se configuró para simular que la planta telefónica estuviese conectada al internet, se configuraron los puertos del switch en donde se conectaron los teléfonos de prueba para que manejaran ambas Vlan. Se creó una red que iba desde la IP 192.168.10.1 hasta 192.168.10.254 ya que la red del cliente no está por DHCP (Protocolo de configuración dinámica de host, Por sus siglas en inglés).



Figura 15. Teléfonos de prueba.

Se configuraron los teléfonos de manera manual sus IP dentro del segmento creado ya que es lo que se va a hacer donde el cliente, cabe destacar que estos teléfonos tienen distintas maneras de configurar su IP ya sea por IP estática o por DHCP.

Una vez configurada la IP en la planta telefónica, esta tiene una IP por defecto en la cual se puede acceder a su configuración inicial y cambiarle la IP. De igual forma se configuraron los teléfonos con sus respectivas IP se procedió a acceder a ellos vía web para realizar las configuraciones en sus distintas interfaces. Lo que presenta la imagen anterior son los teléfonos de pruebas utilizados para poner a prueba los requerimientos.

Se realizaron las siguientes configuraciones en la planta telefónica Denwa:

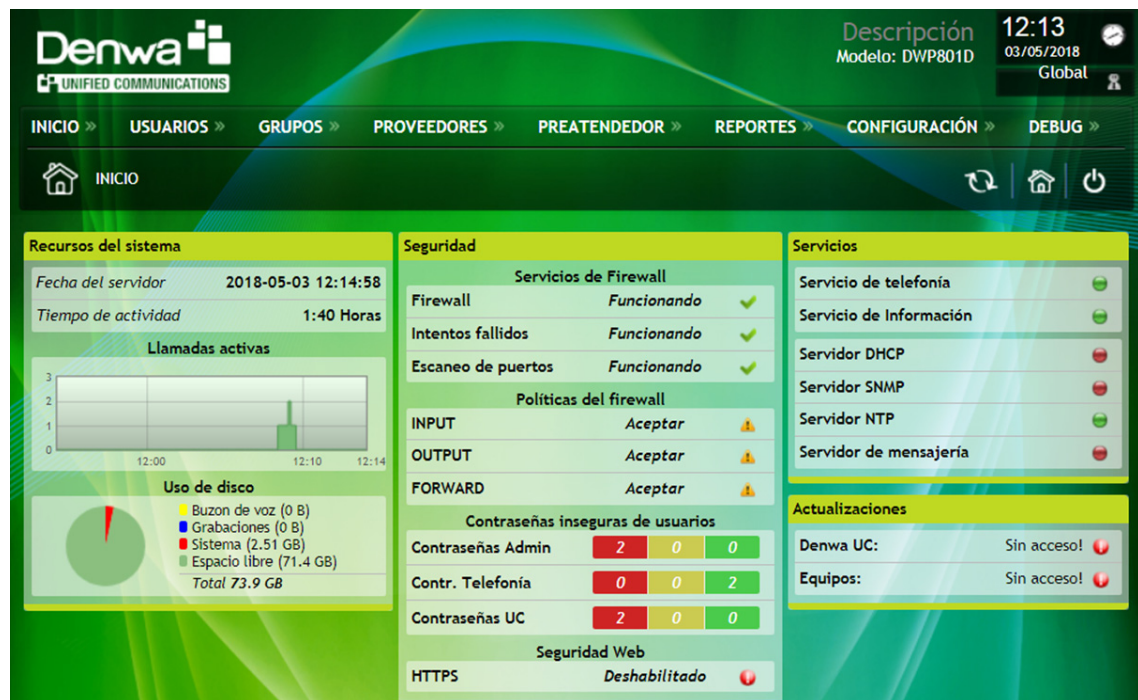


Figura 16. Pantalla de inicio de configuración de la PBX.

En la figura anterior (16) se muestra la pantalla de inicio de la interfaz web de la planta telefónica. En ella podemos observar algunos datos generales de la PBX, esto nos da una idea inicial de como viene configurada de fábrica, así también podemos observar en la parte superior diferentes tipos de configuraciones con pestañas desplegables como: usuarios, grupos, proveedores, etc.

Estas configuraciones están muy en orden para que el usuario no se confunda y vaya configurando paso a paso, con esto se cumple uno de los requerimientos que pide INAC lo cual es una interfaz web amigable con el usuario.

Luego se procedió a configurar la IP de la PBX dentro del rango de la red creada para esto se desplego la pestaña de configuración y se accedió la parte de configuración de red dando la siguiente figura:



Figura 17. Interfaces de red de la PBX.

Como se puede observar se configuro la PBX con la IP 192.168.10.200 que está dentro del rango de la red creada, así también podemos observar otro tipo de configuraciones tales como: servidor DNS, Rutas, DNS dinámico. En estas configuraciones se utilizan para definir valores como el Gateway entre otros.

Una vez se configura la IP en la PBX el paso siguiente es crear los usuarios este usuario es la cuenta que se va a cargar en los teléfonos cuando llegue el momento de configurar el mismo, para relajar esto nos vamos a la pestaña de usuario y accedemos en crear nuevo usuario lo que nos va a mostrar la siguiente figura:



Figura 18. Creación de usuario.

Es aquí donde se realiza la creación del usuario, como se puede observar tenemos diferentes casillas que llenar para la creación tales como: nombre, apellido, extensión, etc. En estas pestañas se especifica los datos de la persona que va a poseer esta cuenta así también el número de extensión que va a tener asignada. Del mismo modo podemos observar que hay otras tipos de configuraciones como: servicios, avanzada, permisos, etc. En estas configuraciones se delimitan los permisos que va a tener dicha cuenta esto se refiere a que si va a poder realizar llamadas a la red pública o internacionales o solo entre extensiones.

En la pestaña de codecs se configura el tipo de códec con que la cuenta va a negociar la realización del enlace de la llamada, esto nos da diferentes tipos de codecs para elegir en esta caso se alisaran el 711u y 711a que son codecs sin compresión como se mencionó anterior mente. Una vez configurado y llenado los espacios correspondientes nos da la figura:

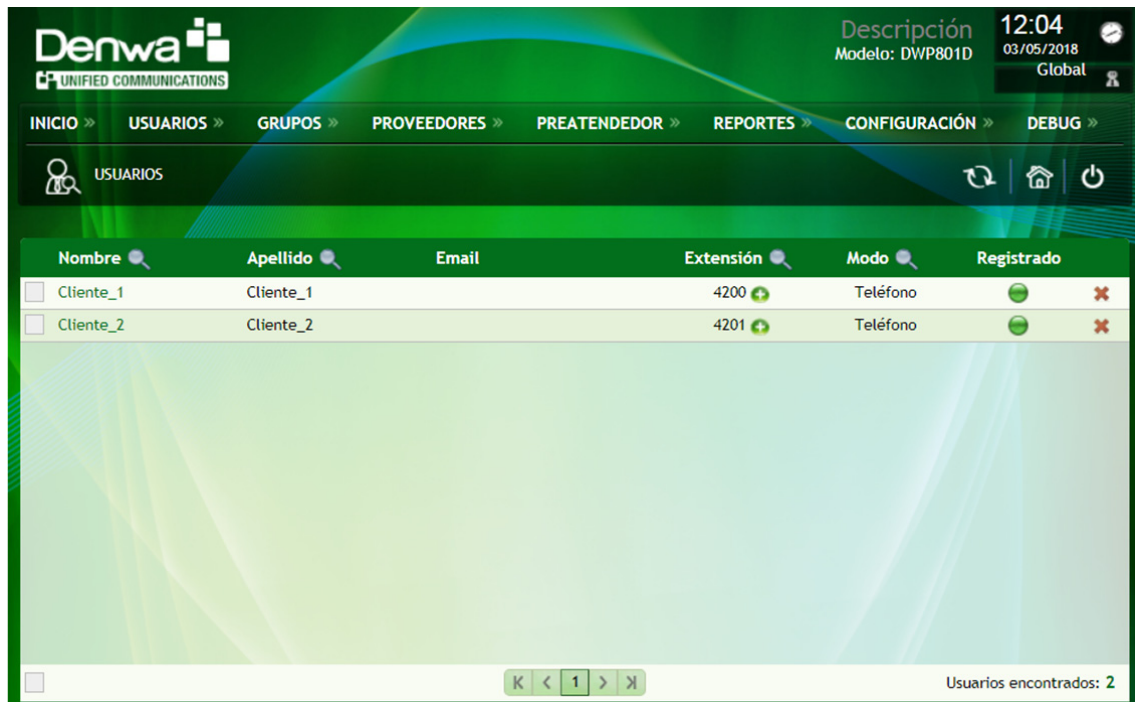


Figura 19. Usuario creado correctamente.

Luego de crear los usuarios se procede a realizar la creación de los perfiles que van a tener los mismo, es decir se crea las rutas por donde la llamada va a realizarse. Por ejemplo si este usuario tiene permiso para realizar llamadas a la red pública se crea un perfil que contenga los prefijos de los números que correspondan a dicha red, de esta forma cuando el usuario marque un numero de la red pública la PBX va a saber que dicho usuario tiene el permiso para realizar ese tipo de llamada.

Este perfil puede delimitarse por día de uso es decir si solo va a estar activado los días laborales o 24/7 y tipo de servicio como se muestra en la figura siguiente:

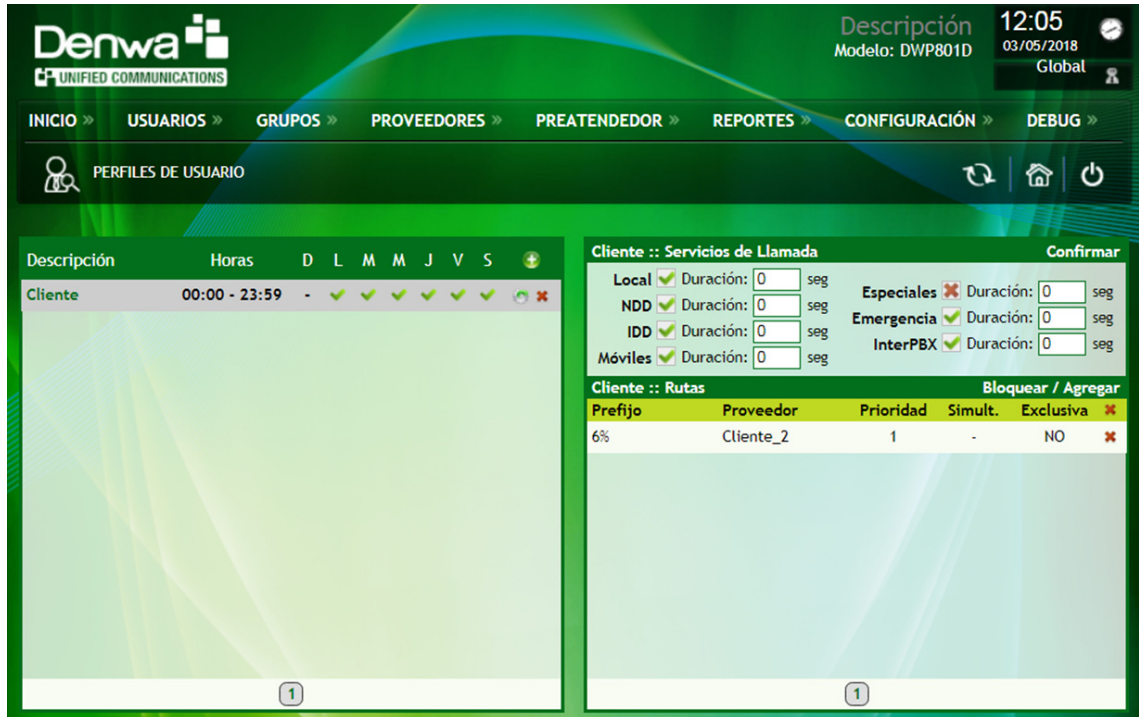


Figura 20. Creación de perfil.

Una vez creado las cuentas y los perfiles de los usuarios se procedió a acceder a la web de los teléfonos con las IP puestas manualmente como se mencionó antes, de esta manera se explicara cómo se carga las cuentas creadas en la PBX y otras configuraciones que poseen los teléfonos así también demostrar que la interfaz web sigue siendo amigable con el usuario para facilitar su programación, esto cumple también con uno de los requerimientos de INAC.

A continuación se mostraran algunas figuras de lo que es la interfaz web de los teléfonos y de las configuraciones que se realizaron para la prueba de diseño:



Figura 21. Inicio de Interfaz web en teléfonos.

En esta figura (21) podemos observar la configuración de la red del teléfono en este caso como la IP estática se había puesto de forma manual en el teléfono ya nos presenta algunos campos llenos en la parte de ajustes WAN, también podemos apreciar otros datos como son la dirección MAC del teléfono y otras configuraciones como son: LAN, QoS y Vlan, etc. Estas configuraciones se aplican para delimitar valores específicos en dicho teléfono, como por ejemplo en QoS y Vlan se configura la parte de definición de la Vlan para la función de switch que posee el teléfono que es una de las ventajas que se va a aprovechar en el proyecto.

Una vez configurado las Vlan de prueba en el teléfono y de verificar que las demás configuraciones estén en orden se procedió a cargar la cuenta creada en la PBX, para esto nos vamos en la pestaña que dice VOIP y nos presenta la siguiente figura:



Figura 22. Configuración de cuenta en teléfono.

Aquí podemos observar las configuraciones necesarias para registrar el teléfono con la cuneta creada en la PBX tales como: dirección de servidor en donde se configura la IP perteneciente a la PBX, puerto del servidor por lo general se usa el 5060, usuario de autenticación esto es la extensión que va a pertenecer al usuario, contraseña de autenticación que es la misma que se configuro al momento de crear el usuario en la PBX y nombre a mostrar lo cual es el que se va a reflejar cuando realices una llamada.

Una vez llenos estos valores se habilita donde dice habilitar registro y se procede a aplicar las configuraciones, si todo está de manera correcta se nos va a reflejar en la pantalla en el estado del teléfono con letras rojas la palabra registrado, si alguno de los valores no está correcto nos muestra un mensaje de error 403 por lo que se debe revisar las configuraciones de la cuenta tanto del teléfono como de la PBX para corroborar que los datos estén de manera que coincidan exactamente.

Otro dato acerca de este teléfono es que puede manejar más de una cuenta por lo que es muy práctico para los usuarios que quieren tener más de una extensión sin tener que usar varios teléfonos.

Cuando ya se registraron de manera correcta los teléfonos volvemos a la configuración de la PBX para realizar las pruebas restantes.

Implementación de red telefónica de voz sobre IP para Instituto Nicaragüense de aeronáutica civil.

Se realizaron llamadas simultaneas entre las extensiones de prueba para llevar a cabo el monitoreo de llamadas e intervención de las mismas, esto también es uno de los requerimientos que INAC pide para su red de voz sobre IP.

Para realizar dicho monitoreo se va a la pestaña llamada Debug para acceder a la opción de monitoreo de llamadas lo que nos da la siguiente figura:

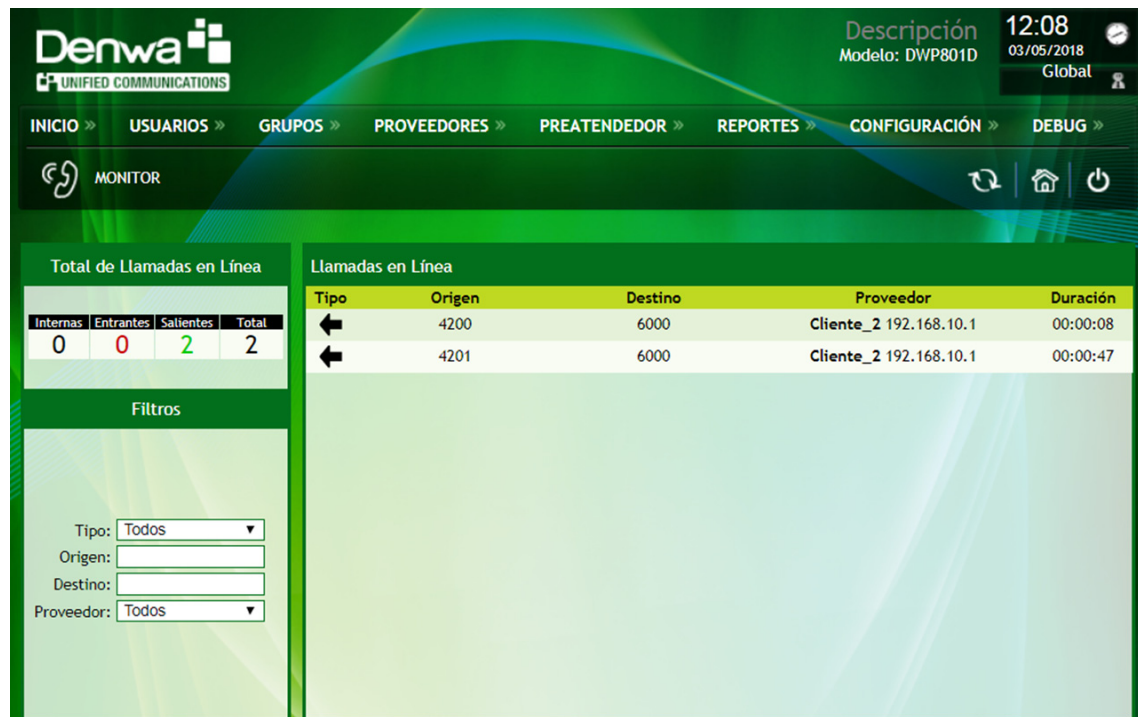


Figura 23. Monitoreo de Llamadas.

Podemos apreciar que nos da información muy detallada de todas las llamadas que se están realizando en la PBX. En la parte derecha podemos ver que nos brinda información como origen que significa la extensión que realizó la llamada, destino es hacia dónde va la llamada, proveedor o por donde se está enlazando la llamada y duración que es el tiempo que lleva la llamada.

En la parte izquierda nos da las opciones de delimitar que llamada queremos monitorear, esto se puede hacer de diferentes formas ya sea seleccionando de que proveedor queremos monitorear o de que extensión o hacia qué destino.

Para intervenir cualquiera de las llamadas que se estén realizando en la PBX se debe marcar *49 más la extensión que se quiere intervenir. Existen 3 maneras:

1. Presionando el número 4 se puede escuchar la conversación, pero sin poder interactuar con ninguno de los agentes.

2. Presionando el número 5 se puede escuchar la conversación, mientras se interactúa con el usuario intervenido.
3. Presionando el número 6 se puede realizar la comunicación normalmente como en una conferencia. [8] [8]

Una vez que se realizó la intervención de las llamadas con éxito se procedió a realizar la prueba para la generación de reportes de llamadas cabe mencionar que esto también es uno de los requerimientos pedidos. Para esto nos desplazamos a la pestaña llamadas y accedemos a repore de llamdas lo que nos da la la figura siguiente:

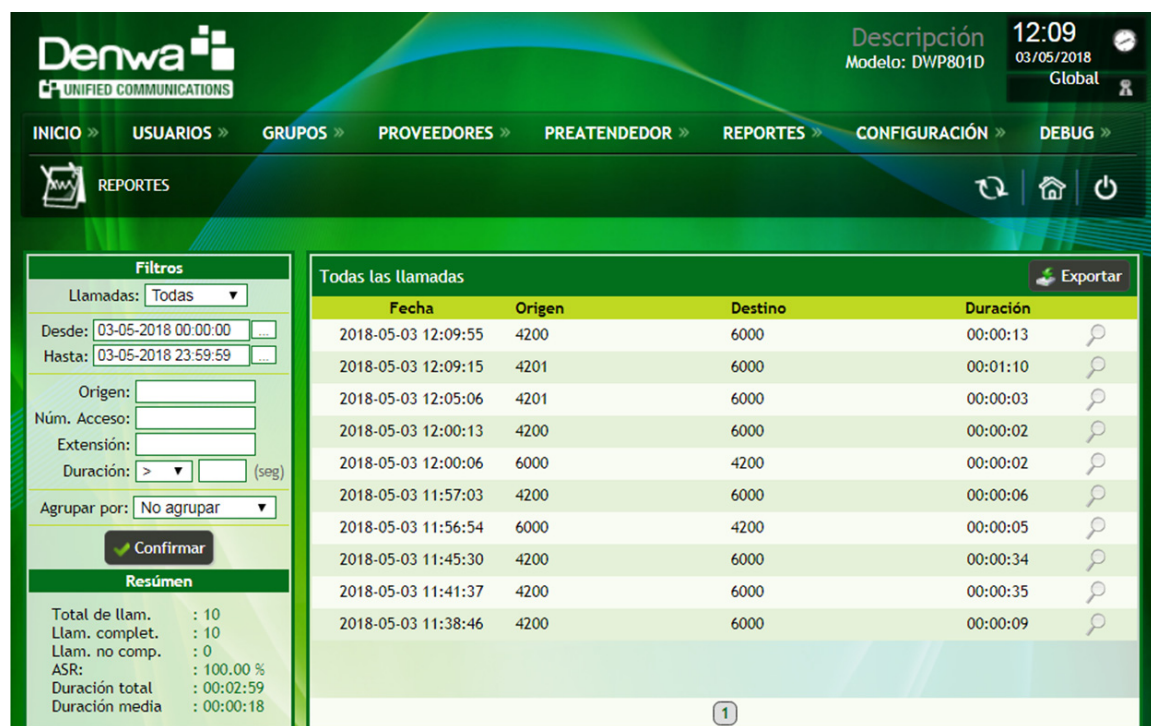


Figura 24. Generación de reporte.

Esta PBX nos presenta un reporte a detalle de todas la llamadas realizadas en ella estas también se pueden delimitar por día, mes, extensión, duración y proveedor así también una vez cuando ya se tiene el reporte de llamadas que se desea la PBX nos da la opción de exportar este archivo lo cual se descarga en un tipo Excel para ser analizado con mayor profundidad o para ser presentado como evidencia en caso que se requiera.

Por último se creó un preatendedor de prueba. El Preatendedor se encarga de atender una llamada, y reproducir un audio que, normalmente, explica al interlocutor que pasos debe seguir para llegar al destino deseado. Es por esto que los audios se denominan IVR (Interactive Voice Response o Respuesta de Voz Interactiva). Permiten en cierta manera, interactuar con el usuario. También es posible crear preatendedores con hung up, los cuales solo reproducen un audio y luego se corta.

Para esto se tiene q ir a la pestaña de preatendedor y acceder en crear preatendedor lo que nos presentaría una figura como la siguiente:

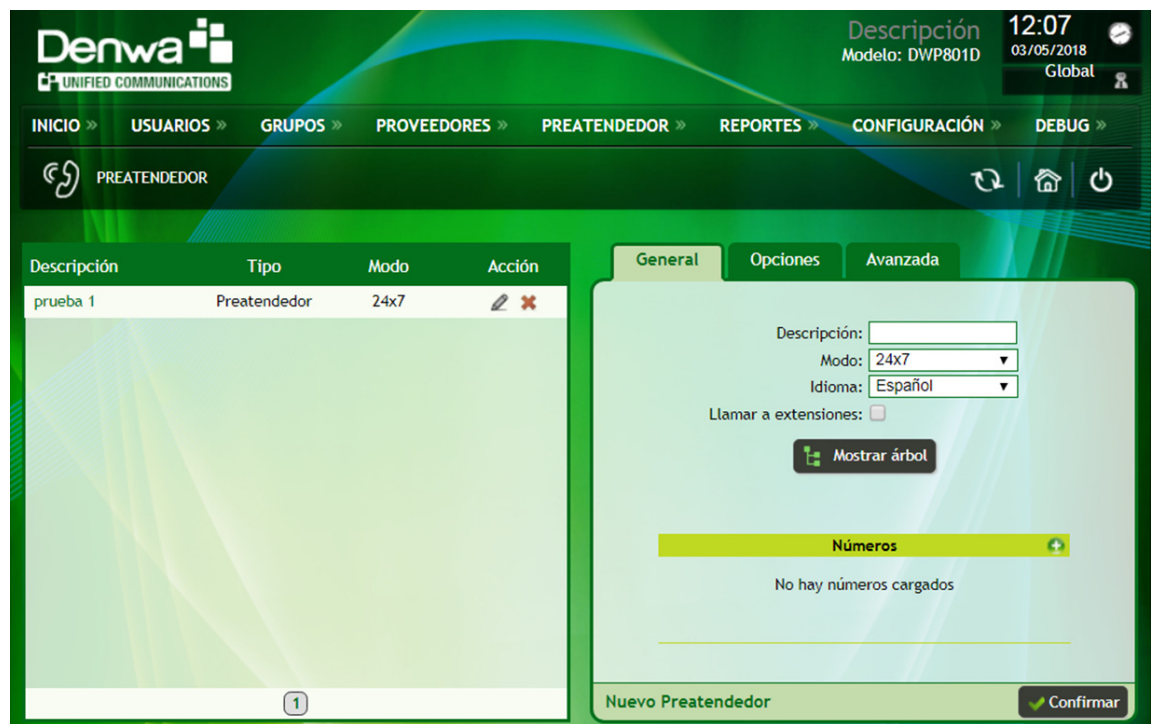


Figura 25. Configuración de Preatendedor.

Existen diferentes maneras de configurar un preatendedor como por ejemplo si este se quiere para horarios laborales o fuera de horario, se carga un audio diferente para cada uno el cual se puede grabar con ayuda de un teléfono. Esto le dará un mensaje a la persona que este llamando hacia el número correspondiente para que este sepa que es al lugar correcto donde quiere comunicarse

CAPITULO 5: IMPLEMENTACION FISICA DE DISEÑO EN INAC.

5.1 INSTALACION FISICA DE PLANTA TELEFÓNICA IP.

Este fue el primer paso para la realización del proyecto, el cliente ya contaba con el espacio adecuado para instalar la planta telefónica, esto se llevó a cabo en una habitación que prestaba las condiciones que INAC ya poseía puesto que ya está una red de datos previamente instalada. La PBX se instaló en un gabinete tipo rack como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 26. Planta telefónica instalada en gabinete.

En la figura anterior podemos observar la planta telefónica ya instalada en el lugar correspondiente, esperando a ser configurada y puesta en marcha. Cabe a destacar que aun en este punto INAC seguía usando su planta antigua.

5.2 CONFIGURACIÓN DE PLANTA TELEFÓNICA IP.

En este capítulo explicaremos un poco las configuraciones más importantes realizadas en la PBX puesto que para entrar en detalles se requerirá de un documento mucho más extenso que este. A continuación presentare capturas de pantalla de dichas configuraciones e iré explicando una por una.

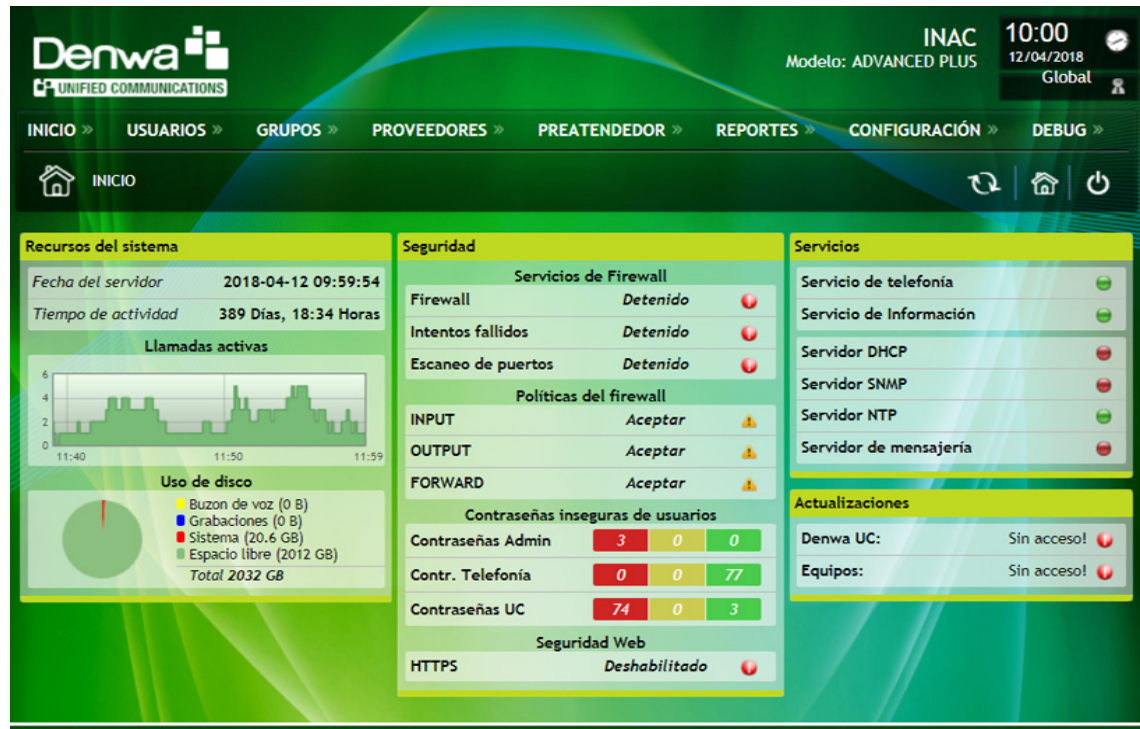


Figura 27. Pantalla de inicio PXB INAC.

En la figura anterior se puede observar la pantalla de inicio de la configuración web de la PBX como vimos en las pruebas esta pantalla nos da una información básica de las distintas características de la misma. Podemos observar en la parte superior derecha que ya tiene el nombre de INAC, así también podemos ver otros datos como: la cantidad de espacio de almacenamiento de los discos duros que posee, algunos protocolos de seguridad como el firewall, podemos observar los diferentes servicios como servicio de telefonía, etc.

Para acceder a al software vía web la PBX nos brinda una IP de fábrica que es la 10.10.10.10, Una vez configurada la PC con una IP dentro de ese segmento ejemplo: 10.10.10.17, se puede acceder a la PBX y nos da la pantalla que observamos en la figura 30. Lo siguiente es configurar la PBX con una IP dentro del segmento de la red del cliente, esto es único por cada cliente. Para esto nos vamos a la pestaña de configuración y damos clic en la opción de interfaces de red y nos arroja la siguiente pantalla:



Figura 28. Configuración de la IP correspondiente a la PBX.

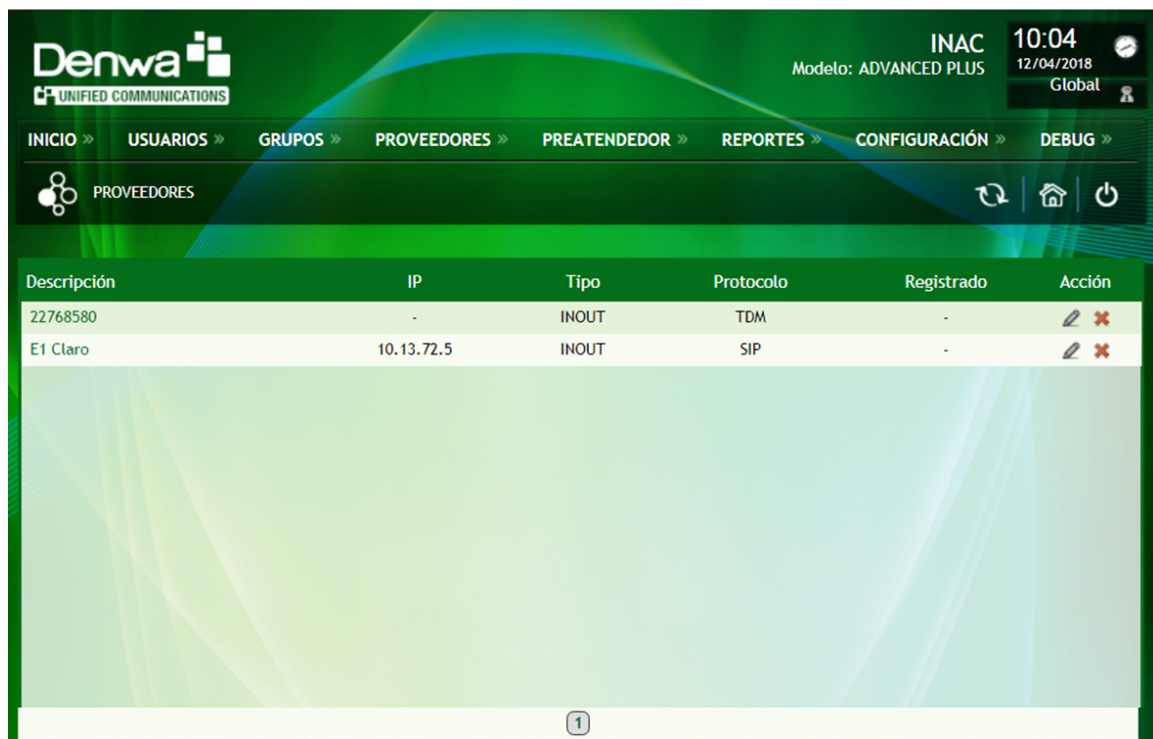
En esta pantalla como podemos observar nos presenta el menú para la configuración de la IP de la PBX, nos vamos a la parte posterior derecha y entramos donde dice modificar, ahí se nos dará la opción de ponerle la IP. Una vez hecho esto se le da guardar y ya se nos muestra la IP configurada en ese caso sería: 10.13.72.4. Esta IP está configurada en el puerto ETH0 que corresponde a uno de los 2 puestos físicos que está en la parte trasera de la PBX, el cual se conecta a los switches del cliente. De igual forma podemos configurar otros valores como el Servidor DNS, Rutas y DNS dinámico.



La figura anterior es parecida a la que nos arrojó la PBX que se utilizó para realizar las pruebas es ahí donde se denota que no hay mucha diferencia en lo que a plataforma web se refiere.

Luego de la creación de todos los usuarios se precede a la creación de perfiles generales los cuales también se configuran en los usuarios estos delimitan los permisos para llamadas que van a tener, como por ejemplo: llamadas internacionales, nacionales, todo o solo entre extensiones.

Se configuraron los proveedores de telefonía que sirven para crear vínculos virtuales, mediante el uso de diversos troncales (trunks). Es decir, que los troncales sirven para crear conexiones con otras centrales PBX, operadores VoIP y con el mundo. Entre los distintos tipos de troncales se encuentran **TDM**¹², SIP, DenwaPBX InterConn, entre otros. Cada troncal tiene definidos códigos de países y áreas donde se pueden enviar o recibir llamadas; por ejemplo 1786 Miami (USA), a éstas se las llaman rutas. Un troncal puede usar el método de registro para intercambiar credenciales de seguridad con el operador. Esta función sólo permite enviar y recibir llamadas con ese operador siempre que esté registrar. [8]. Una vez creados los proveedores nos da la siguiente imagen:







Descripción	IP	Tipo	Protocolo	Registrado	Acción
22768580	-	INOUT	TDM	-	 
E1 Claro	10.13.72.5	INOUT	SIP	-	 

Figura 30. Creación de proveedores.

Como podemos ver en la imagen anterior se crearon dos tipos de proveedores uno como TDM y otro como SIP. Por estos dos proveedores es por donde se enlazan las llamadas entrantes y salientes.

¹² Time Division Multiplex.

De igual forma se realizó la configuración de el preatendedor, este preatendedor es mas amplio que el que se configuro en la prueba realizada puesto que consta de distintos menus tanto en español como en ingles. Para ento se tubo que grabar la voz de una colaboradora de INAC la cual es vilingue.

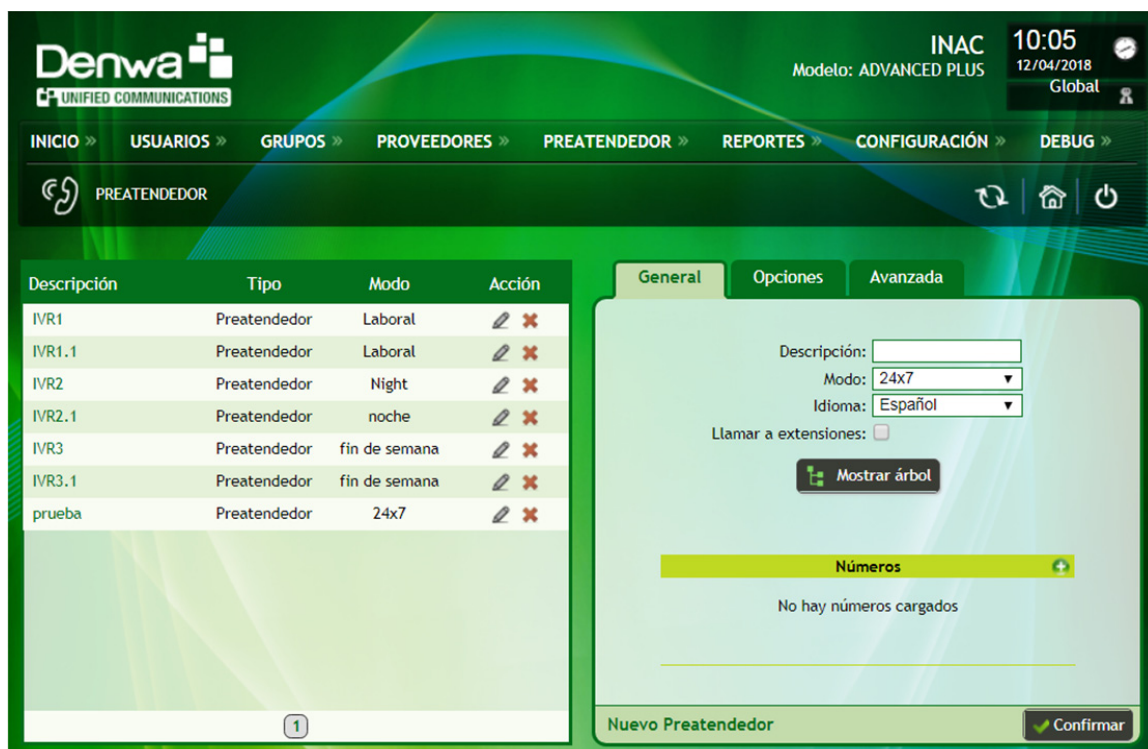


Figura 31. Configuración de Preatendedor.

También cuenta con un mensaje de voz alusivo a día feriado nacional, fuera de horario laboral y fines de semana. Esto se configura de acuerdo al horario laboral y el calendario.

5.3 INSTALACIÓN FÍSICA DE TELEFONOS.

Ya con la PBX configurada con todos los parámetros requeridos se procedió a la instalación de los teléfonos en cada uno de sus lugares correspondiente de trabajo de los usuarios.



Figura 32. Instalación de Teléfonos.

El teléfono que muestra la imagen anterior es uno de los modelos 210P que se instalaron para. Como podemos observar es uno de los modelos que se utilizaron en las pruebas previas a la instalación, es un teléfono bastante sencillo pero atractivo.

Una vez instalados los teléfonos se procedió a la configuración de cada uno de ellos, a continuación explicaremos algunas de las configuraciones realizadas vía web y la forma de registrar cada uno de los teléfonos con la PBX.

5.4 CONFIGURACIÓN DE TELÉFONOS VÍA WEB.

Para la configuración de los teléfonos vía web primero se le tiene que asignar un IP al teléfono dentro de la red del cliente, esta tiene que ser definida por el mismo previo a la instalación. Para esto se tiene que entrar de manera manual al teléfono y configurarle la IP correspondiente con todos sus parámetros debidos.

Una vez realizada la configuración se procede al acceso del menú del teléfono vía web, a continuación explicaremos como se configura y se registra el teléfono con la PBX.



Figura 33. Pantalla inicial de configuraciones vía web.

Como se puede apreciar en la imagen anterior se nos brinda información básica acerca del teléfono, como: modo de conexión, dirección MAC, versión de software, modelo del mismo, etc.

Para el registro de la cuenta y la asignación de extensión nos dirigimos a la pestaña número 3 de la columna izquierda correspondiente a VOIP, lo que nos da la siguiente imagen:



The screenshot shows the Denwa DW-310P web interface. On the left is a green sidebar with a menu containing: > BASICO, > RED, > VOIP (highlighted), > TELEFONO, > TECLA FUNC., > MANTENIMIEN., > SEGURIDAD, and > SALIR. The main content area has a top navigation bar with tabs: SIP, IAX2, STUN, and DIAL PEER. Below this, the 'Linea SIP' is set to 'SIP 1'. Under 'Ajustes basicos >>', there are two columns of settings. The left column includes: Estado (Registrado), Direccion del servidor (10.13.72.4), Puerto del servidor (5060), Usuario de autentificacion (1380), Contraseña de autentificacion (masked with dots), Usuario SIP (1380), Nombre a mostrar (Informatica, Responsable), and Habilitar registro (checked). The right column includes: Dominio, Direccion del servidor proxy, Puerto del servidor proxy, Usuario proxy, Contraseña proxy, Direccion del servidor de respaldo, Puerto del servidor de respaldo (5060), and Nombre del servidor. Below these are sections for 'Ajustes de codecs >>' and 'Ajustes avanzados SIP >>'. An 'Aplicar' button is at the bottom right. The footer indicates 'Version: 2.3.823.402'.

Figura 34. Configuración y registro de cuenta.

Los parámetros presentados en la imagen anterior son los requeridos para el registro del teléfono con la PBX. Aquí es donde se configura la cuenta creada previamente en la PBX que contiene el nombre y la extensión del usuario.

Se empieza por llenar la casilla que corresponde a dirección del servidor, es aquí donde se coloca la IP perteneciente a la PBX. El puerto del servidor ya viene configurado de fábrica para usar el 5060. La casilla de usuario de autenticación corresponde a la extensión de la cuenta creada en la PBX este es el numero por el cual el usuario realizara y recibirá llamadas. Contraseña de autenticación también fue establecida previamente en la creación de la cuenta en la PBX por lo que aquí solo se vuelve a copiar. Nombre a mostrar es lo que se va a reflejar en la pantalla del teléfono cuando el usuario realice una llamada entre extensiones.

Una vez llenos todos estos parámetros se proceden a aplicarlos y si todo está configurado como debe ser se nos mostrara en la línea correspondiente a estado la palabra **registrado**, de lo contrario nos mostrara **error al registro**. De ser así se debe revisar la cuenta creada en la PBX para comparar si los datos coinciden.

Nombre	Apellido	Email	Extensión	Modo	Registrado
OPS	DNV		1050	Teléfono	Verde
Doctor	Aeronautica		1060	Teléfono	Verde
Director	Seguridad		1090	Teléfono	Verde
Oficial	Licencias		1091	Teléfono	Verde
jefe	Dpto. Licencias		1092	Teléfono	Verde
Director	Infraestructura		1100	Teléfono	Rojo
Asistente	DIA		1110	Teléfono	Verde
Ingenieria	Ingenieria		1120	Teléfono	Verde
Aerodromos	Aerodromos		1125	Teléfono	Verde
Certificacion	Aerodromos		1130	Teléfono	Verde
Asistente	DTA		1140	Teléfono	Verde
Director	Transp Aereo		1160	Teléfono	Verde

Usuarios encontrados: 77

Figura 35. Verificación de Registro.

Una vez configurados y registrados todos los teléfonos confirmamos en la PBX que estos se reflejen registrados como lo muestra la imagen anterior en donde podemos apreciar que en la columna correspondiente a registro este en color verde cada usuario. Si algún usuario aparece en rojo como es el caso de **Director de Infraestructura** nos quiere decir que no se realizó como es debida la configuración en el teléfono o que dicho usuario simplemente lo apago.

CAPITULO 6. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO.

6.1 PRUEBAS REALIZADAS EN COORDINACIÓN CON EL CLIENTE.

Una vez terminado el registro y configuración de todos los parámetros requeridos se precedió a la puesta en marcha del proyecto. Se brindó acompañamiento para afrontar cualquier eventualidad que este presentara, de igual forma corroborar que todos los requerimientos estuvieran cumplidos.

Se les brindó una pequeña capacitación a los usuarios de cómo realizar transferencia de llamada, llamada en espera, buzón de voz, realizar una llamada a la red pública o internacionales, etc. Aplicar algunas configuraciones en el teléfono de manera manual en lo que a personalización se refiere.

Se realizaron distintas pruebas en coordinación con el cliente para constatar el buen funcionamiento de la PBX y los teléfonos, entre las pruebas se realizaron llamadas entrantes al número correspondiente a INAC para la verificación del preatendedor, realización de monitoreo, realización de reportes entre otros, a continuación imágenes que nos mostraran algunas de las pruebas realizadas.



Figura 36. Monitoreo de llamadas.

Una semana luego de haber puesto en marcha el proyecto se realizó el primer monitoreo de llamadas como lo muestra la figura anterior. Aquí podemos ver cómo nos detalla las llamadas que se están realizando en esos momentos, tanto origen de la llamada, destino, duración, fecha y por cual número troncal se están realizando. En este mismo menú se puede hacer la generación de reportes de llamadas. Se puede definir por fechas estipuladas así también como por usuario.

Se realizó la verificación de las llamadas que se guardan en la memoria de la PBX, con el fin de presentar como evidencia en caso de cualquier incidente. Estas llamadas también pueden ser definidas por usuarios o número de acceso, tanto las grabaciones como los registros de llamadas pueden ser descargados de la PBX. Las grabaciones se descargan en un archivo MP3 y los registros en un archivo Excel.

De igual forma se realizó la supervisión de llamadas, esto se logra mediante unos números especiales que se deben marcar para esta función. Para esto se habilita al usuario a intervenir llamadas, marcando *49 + número de extensión a intervenir. Existen tres formas de realizar esta acción: Presionando el número 4 se puede escuchar la conversación, pero sin poder interactuar con ninguno de los agentes. Presionando el número 5 se puede escuchar la conversación, mientras se interactúa con el usuario intervenido. Presionando el número 6 se puede realizar la comunicación normalmente como en una conferencia.

Una vez realizadas las pruebas en coordinación con el cliente se continuó con el tiempo de acompañamiento y monitoreo, donde se presentaron algunos inconvenientes en donde se superaron algunos inconveniente tales como: desconfiguración de los teléfonos por manipulación de los usuarios, desregistros de teléfonos por problemas con la red. Todos estos inconvenientes fueron superados de manera satisfactoria y en un buen tiempo de respuesta y diagnóstico.

CONCLUSIONES

El presente proyecto de final de carrera consto de cinco fases para su elaboración, una primera fase para la búsqueda de información y recolección de requerimientos, una segunda fase para el diseño e implementación de una red de voz IP, una tercera fase para la prueba del diseño, una cuarta fase para la puesta en marcha del diseño y una quinta para la elaboración de la presente memoria. La fase de diseño e implementación se dividió en cuatro etapas: Montaje de maqueta, programación de equipos, realización de pruebas y análisis de los resultados.

Para la primera fase de búsqueda de información y recolección de requerimientos consto de un primera parte en donde se procedió a la recolección de información acerca de tecnología VoIP que nos permitió definir qué tipo de marca cumplía con una buena trayectoria para la aplicación en este proyecto. Una segunda parte que fue la recolección de los requerimientos de INAC en donde se nos aclaró que es lo que ellos esperaban de la red de telefonía IP.

En la fase de diseño e implementación se planteó un diseño de la red que cumplía con los requerimientos que INAC nos había hecho saber, luego de esto se procedió a la implementación de dicho diseño en una maqueta en donde se puso a prueba para verificar su buen funcionamiento.

Se realizaron las pruebas correspondientes en la etapa de pruebas del diseño en donde se logró descartar que el diseño planteado era correcto para la implementación y aprovechaba la red de datos existente en INAC, de igual forma daba solución a uno de los inconvenientes encontrados.

La puesta en marcha del diseño que se llevó a cabo en la cuarta etapa fue donde ya se implementó lo que fue el diseño de la red en INAC previamente probado en la maqueta en donde se corroboró el buen funcionamiento de este. Se procedió a hacer las pruebas requeridas en coordinación con el cliente para terminar de verificar el buen funcionamiento del diseño.

En la etapa final para la elaboración de esta memoria fue necesario recolectar los datos tanto de las pruebas realizadas como de la puesta en marcha del proyecto para su redacción y ordenamiento de manera que fuese un documento muy bien elaborado.

RECOMENDACIONES.

La implementación de este proyecto nos llevó a la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades que como futuros ingenieros nos van a ser de mucha utilidad, de igual forma nos dio una perspectiva de nuevas oportunidades y tecnologías que se desarrollan día a día para la mejora de la comunicación. En este mundo en constante cambio es meramente necesario estar al día con los avances para ofrecer a los clientes soluciones a nivel muy confiables para su necesidad de mantenerse comunicados. Y de esta forma ampliar la gama de productos que se ofrecen a dichos clientes. De igual manera la información aquí recopilada puede ser de mucha utilidad para futuros proyectos en otras instituciones y así servir como base para ellos.

Para la mejora de dicha tecnología implementada y el mayor aprovechamiento de la misma se debe realizar mantenimientos a la red de forma periódica para la limpieza de archivos antiguos, así también el monitoreo por cualquier virus informático que se pueda filtrar a la red de datos esto podría afectar de forma directa la telefonía de VoIP.

De igual forma reportar a la mayor brevedad posible cualquier incidente que se pueda presentar en la telefonía que el cliente no sepa cómo resolver, para evitar daños masivos a la red.

Es deber de la institución enseñar el manejo correcto de los teléfonos a sus colaboradores para el buen uso de los mismo, en el curso impartido a los encargados de informática se les enseñó todo lo que debían saber acerca del manejo de los teléfonos así mismo la programación de la PBX.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] DENWA, «Historia de la Telefonía,» *Global Think Technology*, p. 5, 2008.
- [2] DENWA, «Tecnologías Telefónicas,» *Global Think Tecnología*, p. 35, 2008.
- [3] DENWA, «Centrales Telefónicas,» *Global Think Tecnología*, p. 17, 2008.
- [4] DENWA, «Centrales IP-PBX,» *Global Think Tecnología*, p. 23, 2008.
- [5] Monografias.com, «Monografias.com,» 2018 Enero 31. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>.
- [6] G. Teleco, «Grupo Teleco,» 2 Mayo 2007. [En línea]. Available: <http://telecosantiago.com/main.php?mid=0020000100110016&accion=30>.
- [7] DENWA, «DENWA.com,» 22 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.denwaip.com/>.
- [8] DENWA, «Manual DENWA,» *Manual DENWA*, p. 157, 2010.
- [9] Culturación, «culturación,» 5 mayo 2008. [En línea]. Available: <http://culturacion.com/topologia-de-red-malla-estrella-arbol-bus-y-anillo/>.
- [10] Wikipedia, «Wikipedia,» 26 Julio 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_protocolo_de_internet.
- [11] T. VoIP, «Telefonía VoIP,» 5 febrero 2007. [En línea]. Available: <http://www.telefoniavozip.com/voip/ventajas-de-la-telefonía-ip.htm>.
- [12] F. VoIP, «Foro VoIP,» 11 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://simcardmovil.com/blog/2017/04/11/voip-ventajas-voip-desventajas-voip/>.
- [13] Prezi, «Prezi,» 15 Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://prezi.com/vtir3yvx9kv2/historia-de-la-telefonía-fija-y-movil/>.

ANEXOS.

CONFIGURACIÓN DE PUERTOS EN SWITCH DE INAC.

```
console?enable
console#show running-config "comando para ver la configuracion de puertos"
```

comandos para configuracion de puertos:

```
console#configure
console(config)#interface ethernet 1/gR "R es el numero del puerto a configurar"
console(config-if-1/gR)#switchport mode general
console(config-if-1/gR)#switchport general allowed vlan add 100 tagged
console(config-if-1/gR)#voice vlan 100
exit
```

comando para guardar configuraciones:
copy running-config startup-config

comandos para la configuracion entre switch

```
console#configure
console(config)#interface ethernet 1/gR "R es el numero del puerto a configurar"
console(config-if-1/gR)#switchport mode general
console(config-if-1/gR)#switchport general allowed vlan add 100 tagged
exit
```

ALGUNA DE LAS EXTENSIONES CONFIGURADAS.

Número	Usuario
1000	Recepcion
1001	Fax Normas de Vuelo
1010	Aeronavegabilidad
1020	Licencias
1030	Dir. Normas de Vuelo
1040	Asistente Normas de vuelo
1090	Dir. Seguridad de Aviacion
1091	Asistente de Licencias
1092	Jefe dpto de Licencias
1100	Dir. Infraestructura
1110	Asistente Infraestructura
1120	Ingenieros de Aerodromos
1130	Certificador de Aerodromos
1140	Secretaria Transporte Aereo
1160	Director de Transporte Aereo
1170	Estadisticas
1190	Sala de Usos Multiples
1230	Atencion al Publico
1240	Desp. Dir. Gral.
1250	Secretaria Director General
1270	Sala de Juntas
1280	Asistente Director General
1290	Director General
1300	Enlace OACI / Biblioteca Tecnica
1310	Divulgacion
1360	Administracion
1370	Dr. Duarte
1371	Sala Asesoria Legal
1372	Fax. Asist. DG
1380	Informatica
1385	Relaciones Laborales
1386	Soporte Tecnico
1390	Tesoreria